



Universidade dos Açores

Departamento de Ciências Agrárias

Mestrado em Engenharia Zootécnica

**ESTUDO DE RENDIMENTOS QUEIJEIROS EM LEITES DAS
RAÇAS HOLSTEIN E JERSEY NUMA EXPLORAÇÃO DA ILHA
TERCEIRA**



Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica por:

Zita Maria Pimentel De Sousa

Angra do Heroísmo

2013



Universidade dos Açores

Departamento de Ciências Agrárias

Mestrado em Engenharia Zootécnica

**ESTUDO DE RENDIMENTOS QUEIJEIROS EM LEITES
DAS RAÇAS HOLSTEIN E JERSEY NUMA
EXPLORAÇÃO DA ILHA TERCEIRA**

Orientador: Professor Doutor José Estevam Matos

Dissertação Apresentada à Universidade dos Açores para a obtenção do
grau de Mestre do curso de Ciências Agrárias por:

Zita Maria Pimentel De Sousa

Angra do Heroísmo

2013

AGRADECIMENTOS

O meu maior agradecimento vai para o meu orientador, Prof. José Matos, pela sua paciência, apoio e orientação;

Aos meus pais por toda a motivação quando tudo parece desabar;

À Sra. Luísa e à Marta Cardoso pelo constante apoio;

À Sofia Sousa e ao Alexandre Oliveira pelo apoio e carinho que sempre me dão em todas as etapas da minha vida;

À Zita e ao Sérgio Cota, e ao pessoal da queijaria vaquinha pelo fornecimento dos dados.

RESUMO

Neste trabalho pretendeu-se perceber a diferença, relativamente, ao rendimento queijeiro entre duas raças diferentes, Holstein e Jersey.

Para tal, foram analisados dados de uma exploração agrícola em anos diferentes nos quais 90% da exploração era composta por animais da raça Holstein (2009) e em 2012 quando a exploração era constituída por 90% de animais da raça Jersey.

Para suportar as conclusões dos resultados às análises efetuadas elaborou-se uma revisão bibliográfica clara e sucinta.

Percebeu-se que, e apoiada pela revisão bibliográfica existente, a raça Jersey possui mais capacidades para um melhor rendimento queijeiro do que os animais da raça Holstein.

ABSTRACT

This work was intended to tell the difference relatively income cheesemaker between two different breeds, Holstein and Jersey. For this we analyzed data from a farm in different years in which 90% of farm animals consisted of Holstein (2009) and in 2012 when the farm was composed of 90% of animals Jersey breed.

To support the conclusions of the results to analyzes elaborated a clear and brief literature review.

It was noticed that, and supported by the existing literature review, the Jersey breed has more capabilities for better performance cheesemaker than animals Holstein.

ÍNDICE GERAL

Introdução.....	1
------------------------	----------

Desenvolvimento.....	2
-----------------------------	----------

CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO TEÓRICA DA CONSTITUIÇÃO DO LEITE.....	2
---	----------

1. O leite de vaca e a sua composição físico-Química.....	2
1.1. Lactose.....	4
1.2. Gordura.....	5
1.3. Enzimas.....	5
1.4. Vitaminas e minerais.....	6
1.5. Biocatalisadores.....	7
1.6. Proteína.....	8

CAPÍTULO II – CONTEXTUALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO TEÓRICA DA PRODUÇÃO LEITEIRA.....	14
--	-----------

2. Aptidão tecnológica do leite para fabrico de queijo.....	14
2.1. Coagulação.....	14
2.1.1. Coagulação Ácida.....	15
2.1.2. Coagulação pela ação de Enzimas.....	16
2.2. Fatores que influenciam a Coagulação	17
2.3. Rendimento Queijeiro.....	26
2.4. Fatores que influenciam o Rendimento Queijeiro.....	27
2.4.1. Lactação.....	30
2.4.2. Células Somáticas.....	30
2.4.3. Variação Sazonal.....	31
2.4.4. Armazenamento do leite.....	31
2.4.5. Tratamentos técnicos do Leite.....	32

CAPÍTULO III – RENDIMENTO DE PRODUÇÃO LEITEIRA	
APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE DADOS.....	33
3. Cálculo de rendimento queijeiro – fórmulas.....	33
Métodos e Discussão de Resultados.....	39
Considerações.....	42
Bibliografia.....	43

ÍNDICE DOS GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação de Sólidos do Leite 2007 vs 2012.....	39
Gráfico 2 – Comparação de Sólidos de Leite em 3 Raças diferentes....	40
Gráfico 3 – Rendimento Comparativo de vários tipos de queijo 2007 vs 2012.....	41

INTRODUÇÃO

O leite é um produto há muito utilizado e apreciado pelos humanos.

É uma mistura coloidal constituída por vários componentes, entre eles, proteínas, gordura, lactose, vitaminas, sais minerais e enzimas.

Ao longo dos anos foram-se desenvolvendo técnicas e métodos que permitiram utilizar o leite como matéria-prima para a produção de outros produtos, como é o caso, do queijo, da manteiga e do iogurte.

O queijo é, portanto, um derivado do leite que é produzido em quatro etapas: coagulação, dessoramento, salga e cura.

O rendimento queijeiro é um termo que define a quantidade de queijo expresso em quilogramas, obtido a partir de 100 kg de leite. Existem vários fatores que influenciam este rendimento, sendo que, a quantidade de sólidos úteis do leite são, também, influenciados por uma serie de fatores entre os quais: a raça do animal, a sua espécie, e o teor em ° caseína que é um fator influenciado pelo genótipo para esta caseína.

A k caseína possui dois alelos o A e o B. Vários estudos mostraram que animais com o genótipo BB para a ° caseína possuem leites com maior rendimento queijeiro, isto porque a coalhada é mais firme permitindo uma menor perda e um maior rendimento.

Estudos mostraram que a presença do alelo B em homozigotia é diferente de raça para raça, sendo que raças como a Jersey e a Montblierd possui uma menor percentagem de ocorrência do genótipo BB para a ° caseína por oposição a raças como a Holstein em que muito dificilmente se encontram animais com este genótipo, portanto é de esperar que raças como as primeiras referidas sejam raças que possuam maiores rendimentos queijeiros visto que possuem maior teor de k-caseína, bem como, maiores teores em sólidos úteis (gordura e proteína).

DESENVOLVIMENTO

CAPÍTULO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO TEÓRICA DA CONSTITUIÇÃO DO LEITE

1. O leite de vaca e sua composição físico-química

A humanidade conhece o leite desde os tempos mais remotos, mas o conhecimento das suas características físicas e a sua composição química são, ainda, em alguns aspetos deficientes (Dilanján, 1970).

O leite é o produto da glândula mamária, complexo e nutritivo, que contém mais de 100 substâncias que estão em solução, suspensão ou emulsão em água (Wattiaux, sem data). É um sistema coloidal constituído por uma solução aquosa de lactose, sais minerais, e diversos outros elementos, bem como substâncias de natureza proteica, em suspensão, e de natureza lipídica, em emulsão (Amiot, 1991). É composto essencialmente por água (87,5%), glúcidos (4,5%), lípidos (4%), prótidos (3%) e sais minerais e vitaminas. O leite é tido como um meio aquoso caracterizado por diferentes fases em equilíbrio instável (fase = toda a parte que constitui uma matéria homogénea seja qual for o seu estado de divisão). Distinguem-se soluções aquosas verdadeiras contendo moléculas em estado de dissolução (ex: Ca^{2+}). Esta fase é estável. Encontram-se, depois, soluções coloidais, instáveis por natureza, constituída por dois tipos de colóides. As albuminas e as globulinas, moléculas polimerizadas, são colóides moleculares relativamente estáveis porque são hidrófilas. O sal mineral $(\text{PO}_4)_2\text{Ca}_3$, associado a um complexo orgânico de caseinatos de cálcio, é um colóide micelar muito instável (Goursaud, 1985).

O leite é um líquido opaco, branco-mate, mais ou menos amarelado segundo o teor da matéria gorda em β carotenos. Tem um cheiro pouco acentuado, mas característico. O seu gosto, variável consoante as espécies

animais, é agradável e adocicado (Goursaud, 1985). De acordo com o Congresso Internacional da Repressão das Fraudes o leite é o produto integral da ordenha, total e ininterrupta, de uma fêmea leiteira saudável, bem alimentada e descansada. Deve ser colhido de modo aseado e não conter colostro (Congresso Internacional da Repressão das Fraudes, 1909, citado por Goursaud, 1985).

Obviamente que quer o leite quer os seus derivados se exigem com qualidade para obtenção de produtos saudáveis e com qualidade a todos os níveis, como tal, a qualidade entende-se pela aptidão que um produto possui para satisfazer determinadas necessidades do seu utilizador (Cabral, 1994). Neste sentido entende-se que a qualidade do leite é a qualidade nutricional deste, ou seja, a sua composição em gorduras, proteínas e sólidos não gordos, uma vez que esta determina tanto o seu valor alimentar como o rendimento industrial obtido, e a qualidade higiénica, avaliada pela ausência de sujidade, antibióticos, substâncias estranhas à composição do leite e por baixos níveis de contaminação bacteriana (Costa, 1999). Então a qualidade do leite deve englobar ambas as vertentes referenciadas anteriormente (Cantarinho, 1990). A qualidade do produto permite uma maior probabilidade de esperar uma rentabilidade aceitável, em mercados com fraco crescimento, a qualidade é um fator importante de lucro e em empresas com elevado potencial industrial, estas serão mais rentáveis quanto maior a qualidade dos seus produtos e serviços (Piat, 1985).

O leite é um substrato muito rico, fornece ao Homem e aos jovens mamíferos um alimento quase completo. Prótidos, glúcidos, lípidos, sais minerais e vitaminas estão presentes em concentrações que permitem o crescimento e a multiplicação celulares (Costa, 1999). Segundo Vanderzant e outros (1992) a presença de numerosos fatores de crescimento permite satisfazer numerosas espécies microbianas exigentes e difíceis de cultivar

em meios menos completos, embora o leite também contenha substâncias antibacterianas.

1.1. Lactose

O leite é um alimento complexo com uma composição variada. Os glúcidos são alguns dos seus componentes. A lactose é o principal açúcar do leite (49g/l) (Alais, 1984), é um dissacarídeo constituído pela α ou β -glucose, unida à β -galactose, fisiologicamente a lactose é hidrolisada pela lactase intestinal transformando-se em glucose e galactose (Paccalin e Galantier, 1985). Outros glúcidos presentes no leite de vaca são os glúcidos neutros nos quais se inclui a lactose, a glucose e a galactose; existem também os glúcidos azotados: N-acetilglucosamina e N-acetilgalactisamina; por último os glúcidos azotados ácidos: ácido N-acetilneuramínico ou ácido siálico (Kuzdzal et al., 1980).

A lactose é cerca de dez vezes menos solúvel que a sacarose e possui um fraco poder adoçante (17) quando comparado com a sacarose com índice de 100, a frutose com 170, e a glucose com 75 (Goursaud, 1985). A lactose favorece a assimilação de cálcio e matérias azotadas (Paccalin e Galantier, 1985).

A lactose não é provavelmente um açúcar indispensável, porque a elaboração de cerebrosídeos, ou das glicoproteínas, necessitam, sim, da presença da galactose, que pode ser sintetizada pelo fígado a partir da glucose (Porter, 1980). Porém a lactose é utilizada por microrganismos adaptados a metaboliza-la (lactobacilos e estreptococos) transformando-a em ácido láctico. Acontece um abaixamento do pH do leite, indispensável para se obter quer a coagulação na fabricação de leites fermentados ou de queijos frescos, quer a prévia acidificação antes da coagulação enzimática para o fabrico de queijos apurados (Goursaud, 1985).

1.2. Gordura

Outra das frações importantes da constituição do leite é a matéria gorda, ou seja, é a fração do leite quantificada correntemente pelo termo de taxa butirosa (Goursaud, 1985). O teor de matéria gorda do leite é normalizada para consumo: 36g/l para o leite inteiro; 14,45 a 18,15g/l para o leite meio gordo e no máximo 3,09g/l para o leite desnatado (Paccalin e Galantier, 1985).

Os lípidos do leite são característicos por se encontrarem no plasma aquoso sob a forma de glóbulos gordos emulsionados. A estabilidade da emulsão deve-se à presença de uma camada lípido-proteíca carregada negativamente que impede a saída da gota de óleo e assegura a repulsão eletrônica dos diferentes glóbulos (Goursaud, 1985).

A matéria gorda é essencialmente lipídica (99,5%), constituída sobretudo por glicéridos, porém e apesar de representar apenas 0,5% da matéria gorda existem os compostos lipossolúveis (Goursaud, 1985).

Segundo Kuzdzal (1979) a matéria gorda do leite é constituída em 95 a 96% por triglicéridos, 2-3% diglicéridos, 0,1% monoglicéridos, 0,03% de colesterédios, 0,02% de céridos, 1% de lípidos complexos, 0,3% de colesterol $C_{27}H_{45}OH$, 0,1% de ácidos gordos livres, 0,1% de hidrocarbonetos diversos; 1,7 a 4,2 mg/100g de matéria gorda de vitamina E, 0,6 a 1,2 mg/100g de vitamina A e vestígios de vitamina D e K. O leite contém 105 mg/l de colesterol.

1.3. Enzimas

O leite é também composto por enzimas, que normalmente estão presentes em grande número (cerca de 60). Foram definidas seis classes de enzimas pela União Internacional de Bioquímica: ligases, oxidoredutases, transferases, hidrólases, liases e isomerases. Todas se encontram no leite exceto as ligases (Costa, 1999).

As enzimas são fatores de degradação dos constituintes originais do leite. Induzem modificações no plano tecnológico (perda de rendimentos) e sobre a qualidade organoléptica dos produtos transformados (modificação de textura, mau gosto). Nesta categoria, colocam-se principalmente as lípases. Certas enzimas desempenham um papel antibacteriano e trazem uma proteção limitada ao leite, como a lactoperoxidase e a lisozima. Certas enzimas são utilizadas como indicadores de qualidade higiénica, de tratamento térmico, e de espécie: os leites de espécies diferentes não possuem todas as mesmas enzimas (Goursaud, 1985). Alguns exemplos de enzimas oxidoredutases do leite são: lactoperoxidase, catalase, xantina; das enzimas transferase temos: N-acetil-glucosamina-transferase II (10), aspartato-amino-transferase e galactosil-transferase; do grupo das hidrólases: carboxilesterase, fosfatase alcalina e lisil-arilamidase; das isomerases: glucose fosfato isomerase e por fim na categoria das liases encontram-se: frutose-bifosfato-aldolase, ATP citrato liase e anidrase carbónica (Fox e Morrissey, 1981; Got, 1971; Jeness, 1974; Shahant et al., 1980).

As enzimas são importantes na constituição do leite na medida que são indispensáveis para que muitos fenómenos possam ter lugar, e além disso, para conferir ao produto as propriedades nutritivas que o distingue de outros produtos de origem animal e vegetal (Sá, 1975).

1.4. Vitaminas e Minerais

As vitaminas são micronutrientes que devem dar entrada quotidianamente no organismo, uma vez que este não as pode sintetizar. As vitaminas são biocatalizadores que entram em numerosos metabolismos (Paccalin e Galantier, 1985). As vitaminas são necessárias ao funcionamento normal dos processos vitais devendo existir em quantidade suficiente nos alimentos (Goursaud, 1985). O leite é uma fonte não

negligenciável destas substâncias (Kon, 1962; Hartman e Dryden, 1965; Causeret, 1971; Adrian, 1973).

As vitaminas estão divididas em dois grupos: as lipossolúveis (vitamina A, D, E) estão associadas à matéria gorda (nata e manteiga); e as hidrossolúveis (vitaminas do grupo B, vitamina C) encontram-se na fase aquosa (leite desnatado, lactosoro). As vitaminas hidrossolúveis do grupo B estão presentes em quantidades relativamente constantes no leite porque a sua taxa não depende das influências exteriores, derivam principalmente da biossíntese das bactérias do rúmen. As vitaminas lipossolúveis estão sujeitas a variações importantes porque a sua percentagem depende em larga medida de fatores exógenos: alimentação das vacas, radiações solares, entre outros (Paccalin e Galantier, 1985). O leite contém sais dissolvidos (moléculas e iões) e no estado coloidal.

O essencial destes sais é de origem mineral, sob a forma de fosfato de cálcio, o restante e correspondente a uma pequena parte é de origem orgânica (contendo carbono); a fração aniónica da molécula pode ser constituída por citratos ou carbonatos, sendo o catião forçosamente de origem mineral (Goursaud, 1985).

1.5. Biocatalisadores

Ao lado dos elementos mais relevantes do leite que desempenham um papel importante com elementos plásticos existe um número acentuado de constituintes que se encontram em quantidade ínfima. No entanto, estes elementos não deverão negligenciar-se em virtude da sua atividade biológica: tem-se aliás o hábito de os reagrupar sob a designação de “biocatalisadores do leite”. Esta fração com atividade biológica compreende: enzimas, as proteínas menores ou frações proteicas, proteoses-peptonas, vitaminas e hormonas (Boudier, 1985).

1.6. Proteína

A matéria azotada do leite distingue-se em dois tipos, as proteínas (95%) e as matérias azotadas não proteicas (5%). A concentração da proteína no leite varia de 3,0 a 4,0% (Wattiaux, sem data). Uma das características mais importantes da proteína total do leite é o seu teor elevado em lisina (Luquet, 1985). O teor de proteínas do leite é uma característica essencial do seu valor mercantil, tecnológico e biológico (Paccalin e Galantier, 1985). Quanto mais elevado for o teor de proteína do leite cru, melhor o rendimento da transformação tecnológica (Goursaud e Quinque, 1980).

As proteínas lácteas diferenciam-se das matérias azotadas não proteicas pelo tamanho das suas moléculas edificadas por reuniões complexas de aminoácidos (Ribadeau-Dumas, 1981). A fração azotada não proteica é essencialmente constituída por ureia (33 a 79%). Encontram-se igualmente, e por ordem de importância, os aminoácidos, o ácido úrico, o amoníaco e a queratina (Hanzen, 1996).

Por outro lado, as proteínas (fração proteica da matéria azotada do leite) encontram-se em duas fases diferentes: fase micelar instável, constituída por partículas solidas, as micelas, em suspensão, que difundem a luz e dão ao leite o seu aspeto branco-opaco: são as caseínas; e a fase solúvel estável, constituída por diferentes polímeros proteicos hidrófilos, chamados proteínas solúveis (Goursaud, 1985). As proteínas solúveis repartem-se em albuminas (²-lactoalbumina:3g, lactalbumina:1,2g; soro albumina:0,4g), as globulinas (imunoglobulinas:0,7g; lacto-transferrina:0,3g) e enzimas (lipase, fosfatase alcalina, xantina-oxidase, lacto-peroxidase). Já o azoto não proteico é dividido em ureia, creatina, creatinina, amoníaco, aminoácidos livres, vitaminas e nucleótidos (Paccalin e Galantier, 1985). A presença de caseína °, que não possui resíduos de

fosfoserina, estabiliza as outras caseínas evitando a precipitação. A caseína kappa liga-se facilmente a outras proteínas por ligações hidrofóbicas, deixando à superfície o segmento carboxilo terminal, altamente polar, exposto ao solvente.

Devido à importância das caseínas e suas micelas no comportamento funcional e estrutural dos produtos lácteos, têm-se realizado estudos sobre a estrutura destas micelas. Apesar de existirem vários modelos propostos ainda não é certo a verdadeira estrutura das micelas de caseína (Phadungath, 2005). A diversidade de modelos e estruturas propostas deve-se ao facto de a micela de caseína ser muito grande e complexa que torna o seu estudo direto muito complicado e difícil. Além disso a maioria das estruturas propostas foram baseadas em dados relativos a um número limitado de propriedades micelares (Rollema, 1992).

A maioria destes modelos micelares está incluída em três grupos: modelos de casaco-core, modelos de sub-unidades e modelos de estrutura interna. Os primeiros modelos foram apresentados em 1960 mas acabaram por ser abandonados após estudos realizados mais recentemente (Phadungath, 2005). O primeiro modelo casaco-core foi proposto por Waugh e Noble em 1965, o primeiro modelo de sub-unidade foi proposto por Morr em 1967 e por fim, o primeiro modelo de estrutura interna foi apresentado em 1969 por Rose. As versões mais recentes destes modelos foram propostas por Paquin e colegas de trabalho em 1987 (Modelo casaco-core), por Walstra em 1990 (modelo de sub-unidade) e por fim duas novas teorias para a estrutura interna das micelas de caseínas, uma em 1992 por Holt, em que a caseína era tida como um inibidor de crescimento de precipitados de fosfato de cálcio, modelo este suportado mais tarde por McMahon e McManus em 1998; o segundo modelo desenvolvido por Horne em 1998, previa que o estado de associação das proteínas de caseína era

resultado do equilíbrio das interações hidrofóbicas atrativas e repulsão eletrostática.

A característica única das caseínas é a sua capacidade de modificação pós traducional (Swaigood, 1992). Além disto, todas as caseínas possuem diferentes regiões hidrofóbicas e hidrofílicas ao longo da cadeia (Phadungath, 2005).

Nos modelos casaco-core foram desenvolvidos cerca de quatro modelos, o primeiro, como já referido foi projetado por Waugh e Nobel em 1965 e baseava-se nos estudos desenvolvidos sobre a solubilidade da caseína em soluções de cálcio. O segundo modelo desta categoria foi proposto por Payens em 1966 com base em dados experimentais sobre a associação de caseínas. Em 1969, Parry e Carroll tentaram localizar a κ caseína na superfície da micela de caseína mas não encontraram nada ou muito pouco, então assumiram que a κ caseína poderia estar localizada no interior da micela. E o último modelo desenvolvido no grupo de modelos casaco-core foi em 1987 por Paquin e outros, neste modelo o núcleo de micelas é cercado por partículas complexas de ± 1 - caseínas e ± 2 e uma elevada proporção de κ caseína.

Já nos modelos de sub-unidades, o primeiro foi proposto em 1967 por Morr que baseou este modelo em resultados obtidos a partir de um estudo sobre a influência da ureia e de oxalato na perturbação das micelas de caseína. O segundo modelo foi concebido por Slattey e Evard em 1973, em que os monómeros de caseína interagem uns com os outros, formando sub-micelas, de composição variável, relativamente, ao conteúdo de caseína. Algumas sub-micelas são compostas essencialmente por ± 1 e ± 2 - caseínas enquanto outras são compostas, também por κ caseínas. As sub-unidades de κ caseína encontram-se na superfície da micela de caseína contribuindo para uma força de estabilização. Por sua vez, as sub-unidades pobres em κ caseína encontram-se junto ao interior da micela onde as

regiões hidrofóbicas são dominantes. Em 1976, Schmidt e Payens formularam um modelo em que as sub-unidades eram ligadas através de fosfato de cálcio. O modelo mais aceite foi proposto por Walstra em 1984, este modelo sugere que as micelas de caseína são compostas por sub-unidades esféricas ou sub-micelas. As $^{\circ}$ caseínas encontram-se localizadas perto da superfície da micela com a parte hidrofílica que projetando-se pela superfície da micela forma uma camada “peluda” que evitará mais agregação de sub-micelas por repulsão electrostática. Por isso as micelas são estáveis (Walstra, 1999). Em 1989, Ono e Obata desenvolveram outro modelo em que os agregados de ± 1 e 2 caseína se encontram no núcleo, ao passo que, junto à casca (superfície) se encontram quantidades equimolares de ± 1 e $^{\circ}$ caseínas. As sub-micelas são vinculadas por fosfato de cálcio coloidal.

Para terminar, temos os modelos de estrutura interna. O primeiro destes modelos foi explicado por Rose em 1969. Em 1970, Garnier e Ribadeau-Dumas propuseram um modelo em que a $^{\circ}$ caseína assume o papel de pedra angular na estrutura da micela. Este modelo retrata a micela de caseína como uma rede porosa de agregados de proteína tridimensional. Em 1998, Horne propôs um modelo que sugere que as micelas de caseína estão ligadas entre si por dois tipos de ligações, existindo um equilíbrio entre as interações hidrofóbicas e a repulsão electrostática. A interação hidrofóbica é a força motriz para a formação das micelas de caseína, embora as repulsões electrostáticas sejam limitantes no crescimento dos polímeros.

No modelo “cabeludo” (“hairy model”) da micela de caseína proposto por Holt (1996) criou-se a ideia de uma teia emaranhada e aberta que é a estrutura das cadeias polipeptídicas reticuladas por fosfato de cálcio coloidal no núcleo, que origina uma região externa de menor densidade, denominada de camada “cabeluda”.

A caseína constitui a fração mais importante do azoto total do leite de vaca, representando aproximadamente 80% deste (Silva, 2004). Industrialmente, o valor da caseína é importantíssimo, pois é parte principal da constituição do queijo (Sá, 1975).

As caseínas correspondem a cerca de 75 a 80% das proteínas, e existem 5 tipos de caseínas: $\pm S_1$, $\pm S_2$, 2 , 0 , 3 (Brunner, 1981). As micelas de caseínas encontram-se em suspensão estável, graças à presença de cargas negativas e de grupos glucídicos hidrófilos. Nota-se a presença de caseína 0 hidrófila na submicela; a organização da micela é realizada de tal maneira que a maior parte da caseína 0 das submicelas esteja localizada no sentido exterior, ou seja no sentido da fase aquosa. As caseínas mais fosforiladas são instáveis em presença de cálcio, que é o caso do leite, é graças à caseína 0 , que a micela se encontra em solução coloidal estável. Se a integridade da 0 caseína fosse destruída, as micelas agregam-se levando à coagulação do leite (Paccalin e Galantier, 1985). Cada uma destas proteínas está presente em diferentes variantes genéticas. A \pm -caseína constitui um poderoso quimio-atractor para os leucócitos (Hanzen, 1996).

As caseínas possuem determinadas características comuns: são moléculas relativamente pequenas, revelam presença de fósforo sob a forma de agrupamentos fosfoseril, elevado teor em certos aminoácidos (ácido glutâmico, leucina e prolina) e uma forte proporção de resíduos apolares. Distinguem-se entre si pelo número de grupos fosfoseril, pela presença ou ausência de cisteína e glúcidos, pelo seu carácter mais ou menos hidrófobo e pelos seus teores em determinados aminoácidos como, por exemplo, a prolina, treonina e tirosina (Garnier et al., 1968).

As caseínas do leite são, essencialmente três: \pm , 2 , K (Cimiano e Alvarez, 1986). Estas três caseínas formam uma espécie de pequenos

novelos, chamados micelas que se mantêm em suspensão no leite num equilíbrio muito instável.

Quando adicionamos coalho ao leite (renina) esta enzima atua sobre a κ -caseína, rompendo este equilíbrio, fazendo com que as caseínas precipitem, arrastando consigo gordura, água e sais de cálcio e fósforo, formando-se assim a coalhada (queijo fresco) que por ação do dessoramento, salga e cura se transformam em queijo (Matos et al., 2009).

O comportamento dos diferentes tipos de caseína (α , β e κ) no leite quando tratados com calor, pH diferente (acidez) e concentração de sal diferente resulta nas características dos queijos, produtos lácteos fermentados (Wattiaux, sem data).

A κ -caseína é solúvel na presença do íon cálcio, possui glúcidos na cadeia peptídica, cujo teor é variável consoante as 7 formas existentes (κ 1 a κ 7), e apresenta uma elevada sensibilidade à ação da quimosina ao nível da ligação Fen-Met (105-106). Esta caseína possui uma cadeia peptídica cuja estrutura primária apresenta duas regiões com características e, consequentemente, propriedades diferentes. A componente terminal NH₂- (1-105) apresenta um carácter básico e hidrófobo, enquanto que a componente terminal COOH (106-169) é ácida e hidrófila, e nela as cargas negativas não se encontram agrupadas em aglomerados, apesar de estarem situadas, sobretudo, num segmento curto (Mercier et al., 1973; Brule e Lenoir, 1987; Creamer e Harris, 1997).

CAPÍTULO II – CONTEXTUALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO TEÓRICA DA PRODUÇÃO LEITEIRA

2. Aptidão tecnológica do leite para fabrico de queijo

O processo que decorre na transformação do leite em queijo não é mais do que uma forma de conservar as proteínas do leite por longos períodos de tempo. Este processo decorre em 4 etapas básicas: a Coagulação -precipitação de parte das proteínas do leite, as caseínas - por acção de uma enzima, o coalho (renina); Dessoramento; Salga e a Cura ou Maturação (Matos et al., 2009). A coagulação é o processo em que ocorrem as modificações físico-químicas das micelas de caseína sob a ação de enzimas proteolíticas e/ou do ácido láctico, conduzindo à formação de uma rede proteica chamada “coágulo” ou “gele”; o dessoramento ou escoamento é o processo onde se dá a separação do soro láctico, após a rutura mecânica do coágulo, por moldação (enformagem) ou, em certos casos, por espremedura; conduz à obtenção da “coalhada”; é na salga que se incorpora o sal por depósito à superfície ou na massa, ou imersão em salmoura; por último a afinação ou cura é o conjunto de transformações bioquímicas dos constituintes da coalhada sob a ação de enzimas, a maior parte de origem microbiana (Brule e Lenoir, 1987).

2.1. Coagulação

Os elementos de natureza proteica são os responsáveis pelo fenómeno da coagulação. Esta é a fase inicial de fabrico do queijo, o grupo de produtos lácteos mais diverso e complexo, pelo seu dinamismo biológico e bioquímico (Fox, 1994). A coagulação é uma mudança irreversível de estado físico. Um leite em repouso, inicialmente no estado

líquido, passa para o estado semi-sólido. Traduzindo-se pela formação de uma rede a partir das cadeias micelares da caseína (Noel et al., 1987).

A coagulação é o fenómeno pelo qual a caseína se separa dos restantes constituintes do leite, dando origem, por um lado, a um corpo sólido a que se chama, primeiro coalhada e depois queijo; por outro lado, a um líquido, a que se chama soro, contendo este ainda em suspensão e solução algumas substancias solidas (Sá, 1975). A coagulação define-se como as modificações físico-químicas das micelas de caseína sob a ação de enzimas proteolíticas e/ou do ácido láctico, conduzindo à formação de uma rede proteica chamada coágulo ou gel (Brule e Lenoir, 1987). O coágulo é um semi-sólido, estado intermédio entre o estado líquido e o estado sólido (Sale, 1980). Também é uma estrutura evolutiva, porosa, ainda mal conhecida e constituída por uma rede de cadeias proteicas aprisionadas no soro. Tal como em todos os geles, o líquido impede a rede de se transformar numa massa compacta, enquanto a rede retém o líquido (Tanaka, 1981). Na prática queijeira, a distinção entre um coágulo com carácter “ácido” e um coágulo com carácter “coalho”, nem sempre advém de uma ação enzimática. Refere-se, muitas vezes, a geles com propriedades físicas diferentes, determinadas não só pela dose da enzima coagulante e pelo pH, mas também, entre outros fatores, pela temperatura e pelo ambiente iónico (Brule e Lenoir, 1987).

2.1.1. Coagulação ácida

A acidificação brutal, por adição de um ácido mineral ou orgânico, conduz a uma floculação das caseínas com pH 4,6 sob a forma de um precipitado, mais ou menos granuloso, que se separa do soro láctico. Contrariamente, uma acidificação progressiva, obtida quer por fermentação láctica quer por hidrólise da gluconolactona, conduz à formação de um coágulo liso, homogéneo, que ocupa inteiramente o volume inicial do leite

(Brule e Lenoir, 1987). O coágulo obtido neste tipo de coagulação é o resultado da formação de uma rede proteína insolúvel, englobando nas suas malhas a totalidade da fase aquosa. Os nós da rede são as sub-micelas, totalmente desmineralizadas e com estrutura mais ou menos modificada. As ligações intramoleculares que intervêm na formação da rede são de natureza electrostática e hidrófoba. Este facto explica a grande fragilidade do coágulo láctico (Brule e Lenoir, 1987).

2.1.2. Coagulação pela ação de enzimas

Um grande número de enzimas proteolíticas, de origem animal, vegetal ou microbiana, têm a propriedade de coagular o complexo caseínico. O coalho, mistura de quimosina e de pepsina segregada na coalheira (quarto estômago) dos jovens ruminantes alimentados a leite, é a enzima coagulante mais conhecida, estando o seu mecanismo de ação bem estabelecido (Darling e Dickson, 1979; Pearce, 1976; Green, 1973).

As enzimas coagulantes, coalho ou substitutos de origem microbiana, são endopeptídases pertencentes ao grupo das carboxilproteases. Estas enzimas possuem atividade dupla, uma muito específica sobre a caseína °, e a outra, de proteólise geral, atuando sobre todas as proteínas e susceptível de se manifestar durante a cura dos queijos (Brule e Lenoir, 1987).

Segregado na coalhada dos ruminantes novos alimentados a leite, o coalho é uma mistura de quimosina (80%) e de pepsina (20%). A quimosina, enzima dominante, possui um pH entre 5 e 6 e fraca especificidade de ação; de preferência, rompe as ligações implicando o aparecimento de aminoácidos hidrófobos, nomeadamente a leucina e a fenilalanina (Foltmann, 1971).

2.2. Fatores que influenciam a coagulação

Segundo Dalgleish (1999) o processo de coagulação é muito mais rápido na sua fase final, quando a taxa de hidrólise da caseína ^o é muito mais elevada. Quanto maior o teor de matéria azotada total do leite maior será a quantidade de substâncias secas solúveis e, conseqüentemente maior será o rendimento queijeiro (Maubois, 1987).

Em relação aos fatores que influenciam a coagulação existem fatores inerentes ao coalho e ao leite. Nos fatores inerentes ao coalho temos a natureza e a concentração de enzimas: em relação à concentração, sabe-se que o tempo de coagulação é inversamente proporcional à quantidade de enzima. A concentração de enzimas também influencia os caracteres reológicos do gele, nomeadamente a sua velocidade de consolidação, a firmeza máxima e a elasticidade (Brule e Lenoir, 1987).

O fenómeno de coagulação está fortemente dependente da temperatura. Abaixo dos 10°C, a coagulação do leite não se produz. Entre 10° e 20°C, a velocidade de coagulação é lenta. Acima dos 20°C, verifica-se um aumento progressivo até aos 40-42°C; em seguida, diminui, para deixar de ocorrer a coagulação acima dos 65°C, ficando desativada a enzima. A influência da temperatura é muito mais importante sobre a velocidade de agregação do que sobre a velocidade da reação enzimática (Brule e Lenoir, 1987). A temperatura também influencia a velocidade de consolidação do gele (Payens, 1976).

O pH influencia o tempo de coagulação e a firmeza do gele. O tempo de coagulação é mais curto e o gele mais firme quando o pH se situa abaixo do pH do leite. Pelo contrário, com pH elevado, superior a 7, deixa de haver coagulação, pois a enzima é rapidamente desativada (Brule e Lenoir, 1987). O aumento da velocidade de coagulação pelo abaixamento do pH é acompanhado por um sensível aumento da velocidade de consolidação do

gele e pela firmeza máxima, salvo em valores do pH inferiores a 6 (Alais, 1974).

Os fatores de coagulação inerentes ao leite dizem respeito a duas características do leite: concentração em caseínas e os teores em cálcio solúvel e em fosfato. A concentração do leite em caseínas constitui um dos fatores principais da firmeza do gele, mas a sua influência sobre o tempo de coagulação é relativamente fraca, pelo menos dentro de certos limites (Alais, 1965; Dalgleish, 1980; Storry e Ford, 1982).

O leite de boa qualidade aumenta o rendimento queijeiro e melhora a qualidade do queijo. Este leite deve ser proveniente de animais saudáveis, deve ter um bom sabor, alto teor de proteínas com os genótipos BB para a α^2 -lactoglobulina e k-caseína, bem como, poucas células somáticas (Skeie, 2007).

As caseínas não se encontram *per si* no leite, mas misturadas e associadas; o referido poder estabilizador da caseína κ está muito interligado com as propriedades de associação das caseínas, que possuem marcada tendência para se polimerizarem (Mercier et al., 1972; Darling et al., 1979). A agregação das micelas de caseínas continua até se atingir um agregado mais ou menos esférico (micela), envolto numa espessa "cabeleira" de α -caseína que exerce uma repulsão esteárica para com as outras submicelas (ou seus agregados). A dimensão deste agregado é variável consoante o teor de caseína κ que, apresenta baixo poder de fixação de cálcio. Deste modo se compreende que as micelas de grandes dimensões possuam elevado teor em fosfato de cálcio enquanto que as mais pequenas sejam ricas em α -caseína (Walstra et al., 1999; Brule e Lenoir, 1987).

A ação do coalho no leite pode ser dividida em três fases: fase enzimática;

fase de coagulação e formação de gel, e a sinérese e contração. Na primeira

fase, a κ -caseína perde os seus resíduos hidrofílicos e as micelas de caseína vão perdendo, gradualmente, o seu elemento estabilizador. Para recuperar a estabilidade, desde que o cálcio fica acessível, as micelas de caseína vão agregando-se. À medida que os resíduos hidrofílicos são removidos são formados fios de micelas, observa-se a floculação do leite e inicia-se a formação do gel. Nesta fase faz-se a incorporação do soro do leite, as bactérias e os glóbulos de gordura, numa rede micelar de caseína. A rede é irregular e ocorre o fluxo de líquido na matriz através dos poros. Ocorre a reorganização da rede e os contratos de gel e assim começa a sinérese. Há a separação do soro e da coalhada e o endurecimento das partículas da coalhada (Dejmek e Walstra, 2004; Fox, et al., 2004).

A totalidade da caseína do leite encontra-se na coalhada, de modo que os queijos apresentam geralmente 30 a 50% de matéria azotada em relação à matéria seca, incluindo-se assim entre as melhores fontes alimentares de prótidos (Favier, 1985). A caseína coagula pelo coalho e pelos ácidos e não coagula pelo calor (Sá, 1975).

As variantes genéticas das proteínas do leite afetam as características dos queijos, bem como a sua composição. O teor em κ -caseína influencia a coagulação pelo coalho.

A caseína κ diferencia-se das outras caseínas pela sua grande sensibilidade à quimosina, fraca afinidade relativamente ao cálcio e presença de glúcidos. Esta caracter de glicoproteína traduz-se por uma particular heterogeneidade de estrutura. A caseína κ apresenta-se com efeito, sob sete formas diferentes, que se distinguem pelos teores em glúcidos (Favier, 1985).

A caseína encontra-se no leite sob a forma de fosfocaseinato de cálcio, parecendo que a coagulação pelo coalho terá lugar por via do íon cálcio que, tendo uma função ácida livre irá por meio dessa função ligar-se a outra molécula igual, provocando a coagulação. O resultado da

coagulação não significa o isolamento de caseína pura, mas sim de paracaseína (Sá, 1975).

Foi demonstrado que o genótipo BB para a κ -caseína está associado a um maior rendimento queijeiro quando comparado com o genótipo AA ou AB para esta proteína (Gerald, 1998). O teor de proteínas e de polimorfismos proteicos influenciam a produção de queijo e a própria rentabilidade da produção do queijo (Skeie, 2007). O leite produzido pelos animais de genótipo B para a κ -caseína coagula mais rapidamente, origina um coágulo que endurece melhor, sendo mais consistente e mais fácil de trabalhar (Mariani et al., 1997).

O genótipo BB tem um efeito significativo na composição do leite sendo a proteína e a gordura, valorizados como os componentes mais importantes na produção de queijo. As percentagens de gordura e proteína são significativamente maiores para o genótipo BB e significativamente menores para o genótipo AA. Estas diferenças correspondem, também, a um maior rendimento queijeiro para o genótipo BB e menos para o genótipo AA. O genótipo BB está, também, associado a uma maior velocidade de agregação micelar, menor tempo padrão de consistência do coágulo. A consistência do coágulo aumenta do genótipo AA para BB. O leite do genótipo BB revelou ter uma maior aptidão para o fabrico de queijo, influenciando para além do rendimento e dos parâmetros de coagulação a própria textura final do queijo, sendo esta mais desejável no queijo fabricado a partir do leite das vacas com o Genótipo BB – textura mole, mais elástica do que o queijo fabricado com o leite das vacas do Genótipo AA – com uma textura mais dura, menos elástica, tipo borracha (Matos et al., 2009).

O leite de vacas com genótipo BB para a κ -caseína apresenta alta qualidade pois possui bons níveis de caseína e fosfato de cálcio coloidal, maior concentração de κ -caseína e de β -caseína, tornando-o num leite ideal

para a coagulação e claro está, para a produção de queijo, particularmente queijos duros com longo prazo de maturação (Mariani et al., 1997).

O genótipo BB para a κ -caseína tem sido associado à produção de leite com propriedades superiores para a fabricação de queijo. A utilização de leite proveniente de vacas com genótipo BB para a κ -caseína na fabricação de queijo resulta num menor tempo de coagulação, uma coalhada mais firme, e um maior rendimento queijeiro, comparando com o leite de vacas com o genótipo AA para a κ -caseína. Este efeito está relacionado com a dimensão das micelas do leite. As micelas de menores dimensões contêm uma maior proporção de κ -caseína e vice-versa. Como o leite de vacas com o genótipo BB para a κ -caseína possui micelas de menores dimensões há uma maior proporção de κ -caseína (Medrano et al., 1991). Sabe-se que alguns genótipos, tais como, B-caseína k, estão relacionados com uma maior percentagem de k-caseína e uma maior percentagem de caseína total. O teor de caseína está diretamente relacionado com a produção de queijo, ao passo que o teor de caseína-k tem repercussões sobre o tamanho das micelas de caseína, o que por conseguinte, se manifestam numa melhoria significativa das propriedades do coalho-coalhada. A coalhada é mais firme e capaz de reter uma maior quantidade de substâncias aumentando, assim, o rendimento do queijo (Mona e Nawal, 2011).

A primeira indicação dos efeitos de variações genéticas nas propriedades de coagulação dos queijos (Sherbon et al., 1967) foi através das seguintes observações: β -lactoglobulina num leite B resultou numa coalhada mais firme do que com leite com a variante A; O leite com κ -caseína AA demorou mais tempo a coagular e produziu uma coalhada mais suave do que com qualquer leite com variantes AB ou BB para a κ -caseína.

A utilização de leite contendo o genótipo BB de κ -caseína resultam num maior rendimento queijeiro do que os obtidos utilizando leites sem esta variante (Lawrence, 1993).

Em geral, o rendimento e a qualidade da maior parte das variedades de queijos dependem, em larga medida, dos teores de gordura e caseína do leite a partir do qual derivam. O genótipo B da β -lactoglobulina e das caseínas são associados a concentrações elevadas de caseína total elevado e de gordura no leite e que a adequabilidade do leite para fabricação de queijos pode ser melhorada ao, deliberadamente, seleccionar variantes genéticas BB para a β -lactoglobulina ou κ -caseína, ou uma combinação dos dois (Ng-Kwai-Hang, 2006).

Num estudo realizado por Lelievre e outros (1983) analisaram-se os fatores que contribuem para a determinação do rendimento de queijo, que adopta o princípio do balanço de massas: na prática, o peso do produto final é constituído pela soma do peso da humidade, gordura e matéria seca não gorda do queijo. O peso da gordura no queijo é calculado como o peso da gordura contida no leite, menos a massa de gordura que se perde no soro de leite, enquanto a matéria gorda não-seca é constituído principalmente pela caseína e parcialmente pelos componentes minerais.

A proporção de gordura e caseína presente no leite da cuba representa uma importante variável do rendimento de queijo industrial (Colin, 1991), como o demonstram os dados presentes na literatura alguns, demonstram que essa relação é estritamente relacionada com a variedade e a tipicidade do queijo.

Ao estudar o efeito da caseína e da gordura na produção de queijo percebeu-se que: o fator de humidade está principalmente relacionado com o teor de caseína, porque essa componente manifesta uma maior capacidade de absorção de água, aumentando assim o seu peso. Um aumento de gordura tende a diminuir a taxa de sinérese da coalhada e,

portanto, há um aumento da retenção de soro de leite; por conseguinte, a gordura contribui também para determinar o rendimento do queijo por uma quota que é relativamente maior do que o correspondente ao seu próprio peso (Gilles e Lawrence, 1985).

Existem raças bovinas leiteiras cujo leite tem uma maior aptidão queijeira, tal como as raças Jersey, Normanda e Montebeliarde, raças em que a frequência do genótipo BB da α -caseína é mais elevado quando comparado com o gado Friesian-Holstein (FitzGerald, 1998). A raça Jersey possui um carácter leiteiro excelente, com uma produção de gordura no leite de cerca de 5,3% mas podem alcançar os 6%. Outra raça com boa aptidão queijeira é a Guernsey, sendo que o teor de gordura no leite chega aos 4,9% (Briggs, 1971).

A raça Jersey teve a sua origem na ilha de Jersey no Canal da Mancha. Os animais desta raça popularizaram-se internacionalmente no final do século XIX pela sua docilidade e especialmente pelas características do seu leite. Esse leite possui teores de gordura e de proteína mais elevados do que a maioria das raças leiteiras, além disso o que faz desta raça diferente das outras é a qualidade das proteínas (Guimarães et al., 2011).

Considerando que a raça Jersey possui uma frequência mais elevada do genótipo BB da α -caseína faz com que o leite desta raça seja de facto de melhor qualidade, mais rico em sólidos que são fundamentais na produção de queijo. Estudos realizados na Nova Zelândia, bem como na Universidade dos Açores revelaram que o genótipo BB tem um efeito significativo na composição do leite, proteína e gordura, muito valorizados por serem os componentes do leite mais importantes na produção de queijo. As percentagens de gordura e proteína foram significativamente maiores para o genótipo BB e significativamente menores para o genótipo AA. Estas diferenças corresponderam também a um maior rendimento queijeiro

para o genótipo BB e menor para o genótipo AA. O genótipo BB esteve ainda associado a uma maior velocidade de agregação micelar, menor tempo de coagulação e a uma maior consistência da coalhada (Matos et al., 2009).

Ensaio foram feitos para investigar o efeito dos genótipos da κ -caseína no fabrico de queijo: na produção de queijo fresco e propriedades da coalhada do leite. Reparou-se que leites com κ -caseína BB apresentavam maiores percentagens de gordura e proteína em recuperações de rendimentos de queijo. Queijos produzidos a partir de κ -caseína de leite variante BB apresentaram maiores concentrações de proteína e gordura do que a produzida a partir da variante de AA. A maior recuperação de gordura e proteína com o κ -caseína do leite BB resultou em queijos com maior gordura e maiores níveis de proteína. Os aumentos observados nos rendimentos do queijo por kg de sólidos de leite estão associados às variantes κ -caseína BB. Portanto sugere-se que os produtores de leite façam reprodução selectiva para aumentar a proporção da variante BB, uma vez que isso se revela vantajoso para a indústria de lacticínios (Alipanah e Kalashnikova, 2007).

Os primeiros estudos sobre o impacto das variantes genéticas da κ -caseína na produção de queijo indicou um aumento de 10% na produção de queijo com a variante BB para a κ -caseína (Aleandri et al., 1990; Marziali e Ng-Kwai-Hang, 1986; Buchberger e Dovc, 2000).

Observou-se que o rendimento varia de um mínimo de 9,67 kg de queijo a partir de leite com 2,38% de caseína (Holstein), até um máximo de 11,33 kg de queijo de leite com 2,86% de caseína (Jersey), com uma margem de 1,66 kg de queijo por 100 kg de leite em favor do Jersey: esta é uma diferença significativa. Leites com 2,57% (Ayrshire) e 2,72% (Guernsey) de caseína ocupam o meio-termo (Formaggioni et al., 2008).

Leite com alta percentagem de células somáticas (> 500 000 células por ml de leite) reduz a produção de queijo (Auldist et al., 1996), uma vez que o este leite é associado a uma maior atividade proteolítica, inferior concentração de gordura e caseína e um elevado teor de proteínas de soro, especialmente, imunoglobulina. Barbano e outros (1991) sugeriram que o limite máximo de células somáticas no leite destinado a produção de queijo deve ser de 100.000 por ml de leite. Isto baseado em resultados que mostram uma diminuição marcada na produção de queijo em teores de células somáticas superiores a 100.000 ml de leite.

Os estudos de variabilidade genética das proteínas do leite começou há mais de 50 anos atrás, detetando a κ -lactoglobulina como uma das principais variantes nos bovinos (Aschaffenburg e Drewry, 1957) estes estudos foram intensificados durante os anos seguintes, descobrindo polimorfismos com diferenças importantes entre raças da espécie bovina (revisto por Formaggioni et al., 1999).

Foram conduzidos estudos na Itália na década de 1970 (Losi et al., 1973; Mariani et al., 1976), muitos dos quais incidindo sobre os efeitos da κ -CN na qualidade reológica de leite.

É bem sabido que o leite com a variante B para a κ -caseína reage mais rapidamente o com coalho e tem um tempo de coagulação significativamente mais curto do que o leite com a variante A, o leite de vacas com variante heterozigótica (AB) têm um comportamento intermediário (Losi et al., 1973). As principais diferenças observadas na estabilidade das micelas ocorrem entre as variantes genéticas A e B da κ -caseína. Estas variantes estão estritamente ligadas ao tamanho das micelas e ao grau de glicosilação das próprias proteínas (Di Stasio e Mariani, 2000).

Percebeu-se que o tempo de coagulação e a firmeza da coalhada, são melhores quando os genótipos da k-caseína são compostos com pelo menos um alelo B em ambos os *loci* (Caroli et al., 2009).

Estudos provaram que a variante B de k-caseína teve efeitos positivos em relação à percentagem de proteína comparando com o seu correspondente na variante A (Boettcher et al., 2004).

Hoje em dia, os polimorfismos de proteínas do leite podem ser determinados ao nível das proteínas e ao nível do DNA. Alguns desses polimorfismos em proteínas do leite são conhecidos por afetar a produção de leite, composição do leite, a organização da micela, as características de coagulação e o rendimento do queijo (Yardibi et al., 2009).

2.3. Rendimento Queijeiro

O queijo é um lacticínio constituído essencialmente por caseína e também água, gordura e sais (Sá, 1975). É um alimento preparado com materiais biológicos, é um produto em contínua mudança (Chapman e Sharpe, 1987). O queijo é o mais antigo modo de conservação do leite: nasceu a partir de receitas empíricas que são ainda utilizadas na atualidade. O queijo é um alimento proteico por excelência. O teor de prótidos varia de 10 a 30% (Paccalin e Galantier, 1985). Um queijo é um intenso mundo vital, um laboratório de transformação, de uma complexidade extrema, onde operam miríades de seres em labores (Sá, 1975).

A classificação do queijo é atribuída consoante vários parâmetros: a natureza do leite, a percentagem de gordura que possuem, o processo de coagulação, a natureza e extensão da maturação e a consistência da massa (Sá, 1975).

O rendimento queijeiro é definido como a quantidade de queijo expresso em quilogramas, obtido a partir de 100 kg de leite. Quanto maior a percentagem de sólidos do leite recuperados maior será a quantidade de

queijo obtido e como tal maior o rendimento económico (Paolo et al., 2008). Existem outras expressões para o mesmo conceito como: litros de leite utilizados para a fabricação de um quilo de queijo, ou a proporção de um determinado constituinte ou grupo de constituintes do leite que permanece no queijo (extrato seco sem gordura, proteínas, caseínas) (Vandeweghe, 1987).

A expressão de rendimento real pode ter pouco sentido porque o rendimento queijeiro varia bastante por várias razões: a variedade de queijo, e a sua composição típica; a composição do leite (gordura e proteína e caseína); a composição do queijo (humidade, sal); perda de gordura durante a fabricação de queijos e requeijão (Mona e Nawal, 2011). Para fins comparativos entre rendimentos teóricos e reais, o rendimento teórico é calculado a partir de composição do leite por uma fórmula de rendimento. O rendimento real pode ser expresso como uma percentagem do rendimento teórico (Mona e Nawal, 2011). Em algumas aplicações isto pode ser denominado como eficiência de produção de queijo (Barbano e Sherbon, 1984).

A produção de queijo é um processo de concentração de componentes do leite, em particular, gordura e proteína que são fatores determinantes do rendimento de queijo (Banks et al., 1981). O cálculo do rendimento é uma ferramenta não só de produção de queijo, mas também de gestão (Emmons, 1993; Lacroixet, 1993).

2.4. Fatores que influenciam o rendimento queijeiro

Igualmente importante é o cálculo dos efeitos que cada um dos componentes do leite, e, em particular, a gordura e caseína, pode ter no queijo, a fim de adotar um sistema de pagamento do leite de qualidade que poderia remunerar cada parâmetro para o seu valor real (Paolo et al., 2008).

É importante que a composição do leite e do queijo (e soro) seja tida em conta porque afeta fortemente o rendimento. Recomenda-se que o rendimento real seja comparado com o rendimento teórico para estimar a eficiência de rendimento. A definição do rendimento do queijo, ou a forma de expressar o rendimento, é importante em duas aplicações principais: controle económico de queijos e expressão dos resultados das experiências de fabrico de queijo (Emmons, 1993).

O rendimento queijeiro é afetado por muitos fatores, incluindo a composição do leite, quantidade e variantes genéticas de caseína, a qualidade do leite, contagem de células somáticas (CCS) no leite, a pasteurização do leite, tipo de coagulante, design da cuba, firmeza ao corte da coalhada, e os parâmetros de fabricação (Banks et al., 1981; Fenelon e Guinee, 1999; Lawrence, 1993; Lucey e Kelly, 1994; Walsh et al., 1998). Num estudo realizado por Lawrence (1993) percebeu-se que a fração de caseína da proteína do leite é o fator que mais influenciou a firmeza da coalhada, a taxa de sinérese, a retenção de humidade e, finalmente, a qualidade e rendimento de queijo. Por conseguinte, o teor de caseína, em conjunto com a de gordura, é incluído em todas as fórmulas atuais de rendimento queijeiro para queijo de vaca (Mona e Nawal, 2011).

A suportar a ideia dos autores anteriormente referidos também Bencini e Pulina (1997), consideraram que os fatores que influenciavam a qualidade e quantidade de queijo eram fatores do leite como os antibióticos que estavam relacionados com os micróbios que estavam diretamente relacionados com o queijeiro e o processo de fabrico de queijo, onde se encaixavam fatores como: a coagulação, a temperatura, o pH, a adição de cálcio, quantidade e tipo de coalho, cultura de arranque, corte de coalhada, cozimento e adição de sal; bem como as células somáticas que, por outro, lado, influenciam diretamente as propriedades de coagulação e por

consequente a qualidade e quantidade de queijo e, por último, a própria composição de leite (teor de gordura e proteína e os sólidos totais).

A quantidade de queijo varia em relação direta com o conteúdo de caseína do leite, e está relacionada com a proporção de gordura para a caseína do leite em cuba. Este segundo fator pode ser claramente visto na produção de Parmigiano-Reggiano, e é ainda mais acentuada na produção de Grana Padano, ambos os quais são feitos com leite parcialmente desnatado (Aleandri et al., 1989).

O rendimento queijeiro depende do conteúdo de caseína do leite (Kosikowski, 1977).

Percebeu-se que o conteúdo em caseína, juntamente com o conteúdo de gordura, tem um papel fundamental na determinação do rendimento de queijos (Lelievre et al., 1983; Barbano e Sherbon, 1984; Kerjean, 1984; Vandeweghe, 1984; Banks et al., 1986; Lawrence, 1988; Lou Y e Ng-Kwai-Hang, 1992; Van den Berg, 1994). Os dados relativos à produção de queijo Cheddar com leite com uma gordura e caseína numa proporção de 1,46 mostram claramente a estreita relação entre o teor de caseína e de produção de leite industrial (Custer, 1979).

Um estudo demonstrou que a alteração do rácio proteína-gordura do leite numa medida de 0,70 para 1,15 tem efeitos na composição do queijo e no seu rendimento de (Guinee et al., 2007).

Verdier-Metz e outros num estudo realizado em 2001 observaram uma correlação linear entre o aumento de rendimento queijeiro e o aumento da soma dos teores de gordura e caseína do leite.

Existem outras características do leite que influenciam o rendimento queijeiro, por exemplo, a ação proteolítica da plasmina altera o processo de formação de coalho e assim influencia positiva ou negativamente o rendimento queijeiro (Walstra, 1993 e Weber, 1987).

Parâmetros de conservação do leite como o tempo e a temperatura ou falhas tecnológicas podem resultar em perdas de proteína e gordura, durante o processo de fabrico de queijo que leva à diminuição do rendimento queijeiro (Verdier-Metz et al., 2001), os mesmos autores perceberam que em relação à gordura e proteína do soro de leite as perdas são menores em leite com altos teores de gordura e proteína.

2.4.1. Lactação

De acordo com Sapru e outros (1997) as perdas de gordura e proteína aquando da fabricação de queijo são maiores em leites produzidos por vacas no fim da lactação.

Guinee e outros (2007) mostraram que o teor de proteína do leite aumenta durante a lactação e que o rendimento queijeiro aumenta de forma proporcional à proteína. Mudanças na composição do leite e um aumento do número de células somáticas no final da lactação resultou em leites com baixos níveis de caseína e diminuição na produção de queijo (Gilles e Lawrence, 1985).

2.4.2. Células Somáticas

Segundo Auldist e outros (1996), leites com elevados níveis de células somáticas produzem menos queijo, uma vez que, estes leites estão associados a maiores atividades proteolíticas, menores concentrações de gordura e caseína, e teores elevados de proteínas do soro, nomeadamente, albumina e imunoglobulina. Também Othmane e outros (2002) referira, que um elevado número de células somáticas origina um aumento da proteína do soro, bem como, uma perda de produção.

2.4.3. Variação Sazonal

As variações sazonais da composição do leite, mais especificamente, proteína e conteúdo de caseína afetam, significativamente, o rendimento da maioria dos queijos (Paolo et al., 2008). Bynum e Olson (1982), Barbano e Sherbon (1984) e Ozimek e Kennelly (1993) sublinharam que no caso do queijo cheddar os valores máximos de produção foram alcançados nos meses de outono, sendo que os valores mínimos de produção foram obtidos nos meses de Junho, Julho e Agosto. Num estudo realizado por Banks e Tamime (1987) obtiveram-se valores máximos de gordura e caseína no mês de Maio e valores mínimos de gordura nos meses de Dezembro e Janeiro, e para a caseína os valores mínimos obtiveram-se nos meses de Janeiro e Novembro. Isto levou a que a produção de queijo manifesta-se valores mínimos em Janeiro e máximos em Setembro e Outubro, provando que as condições climáticas e o estado fisiológico do animal afetam as propriedades de coagulação e, conseqüentemente, o rendimento do queijo.

2.4.4. Armazenamento do leite

Tornou-se uma prática cada vez mais comum em muitos países fazer-se a refrigeração do leite a 7°C ou menos após a ordenha, esta prática resultou no armazenamento do leite durante períodos de tempo mais longos. Este armazenamento de leite frio conduz à solubilização da caseína a partir das suas micelas, possibilitando o aumento de proteólise através de enzimas derivadas de bactérias, células somáticas psicrótroficas. Percebeu-se que leite armazenado a temperaturas inferiores a 7°C durante 48 horas continha uma elevada proporção de caseína solúvel e água, a utilização deste leite resultou numa coalhada menos firme, a maiores perdas de gordura no soro do que com leites armazenados entre 10 a 20°C (Mona e Nawal, 2011).

No entanto, na maioria dos casos o leite frio é tratado termicamente antes do processamento, resultando numa reconstituição da caseína solúvel na matriz da coalhada sem perda significativa na produção de queijo (Grandison, 1986).

Numa investigação elaborada por Weatherup e outros (1988) encontraram-se diminuições no rendimento queijeiro efetuado com leite armazenado entre 3 a 7°C.

O rendimento de queijo cottage diminuiu com o aumento de tempo de armazenamento do leite cru (Aylward et al., 1980).

2.4.5. Tratamentos térmicos do leite

O tratamento térmico do leite para temperaturas entre os 64 e os 68°C durante 10 segundos influencia, indiretamente, o rendimento do queijo, pois impede a perda de sólidos do leite durante o armazenamento. O tratamento térmico leva a uma redução imediata no número de bactérias proteolíticas e o tempo de armazenamento do leite não é tão dependente da qualidade microbiológica do leite cru como é com a baixa temperatura aquando do armazenamento (Mona e Nawal, 2011).

Num estudo produziu-se queijo cheddar a partir de leite pasteurizado (63°C durante 30 minutos) e leite cru, de forma a, determinar a influencia da pasteurização no rendimento queijeiro. Percebeu-se, então, que o rendimento queijeiro é superior em leites pasteurizados, isto porque tendo e conta um método da International Dairy Federation, cerca de 5% das proteínas do soro do leite (α -lactoglobulina) foi associado com micelas de caseína após a pasteurização do leite (Mona e Nawal, 2011).

CAPÍTULO III – RENDIMENTO DE PRODUÇÃO LEITEIRA, APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE DADOS.

3. Cálculo de rendimento queijeiro - fórmulas

O rendimento queijeiro pode ser calculado a partir de várias fórmulas que se baseiam em vários pressupostos:

A primeira baseia-se no peso do queijo ou de alguns dos seus componentes (por exemplo, extrato seco não-gordo), o segundo pode ser aplicado sem ter em conta o queijo baseando os seus cálculos nas características químicas do leite ou em fórmulas com coeficientes calculados a partir de um número elevado de ensaios com queijos (Paolo et al., 2008).

Lucey e Kelly (1994) consideraram que diferentes fórmulas de predição para determinar o rendimento de queijo e adoção de estratégias a fim de minimizar as perdas de fabrico de queijo são fatores importantes na indústria queijeira.

Alternativamente, a caseína e proteína de retenção podem ser calculados e comparados com valores de referência, se a retenção efetiva for, significativamente menor, isso indica que a eficiência do processo é baixo. Essas diferenças podem ser expressas em percentagem (Mullan, 2006).

Gueraut iniciou um método baseado na medição do extrato seco não gorduroso encontrado no queijo, utilizando um litro de leite:

$$G = (10 \times ESD \times P) \div V$$

P: peso do queijo obtido, em quilogramas

V: quantidade de leite utilizado, em litros

ESD: extrato seco sem gordura, em percentagem de gramas de queijo

Este método permite descobrir as variações sazonais do rendimento e calcular um coeficiente (G) previsional em extrato seco não gorduroso para diferentes composições do leite.

Outro método parte do conhecimento analítico do teor de extrato seco do leite, do queijo e do soro obtidos:

Rendimento

F: quantidade de substância seca total contida em 100 gramas de queijo

g: quantidade de matéria gorda contida em 100 gramas de queijo

s: teor em substância seca do soro láctico incluída no queijo, expresso em gramas por 100 gramas de soro.

A fórmula mais conhecida para se fazer a estimativa do rendimento queijeiro é a fórmula de Van Slyke (1894):

$$[(0.93 \times G + C - 0.1) \times 1.09 \times 100] \div (100 - U)$$

U: humidade no queijo

G e C: gordura e caseína por 100 gramas no leite da cuba

O tamanho da micela de caseína, o seu conteúdo, a distribuição dos iões e da própria caseína são propriedades do leite importantes na coagulação, quer no tempo de coagulação, como na firmeza do coalho (Ekstrand et al., 1980; Dalglish, 1993; Glantz et al., 2010).

As diferentes combinações genéticas das 6 principais proteínas do leite têm um importante efeito na composição e coagulação do leite (Martin et al., 2002; Caroli et al., 2009). Os fatores genéticos influenciam a capacidade coagulativa do leite, sendo que se estabeleceu eficazmente que o alelo B para a ⁰ e ² caseína tem efeitos positivos na capacidade de coagulação do leite (Hallén et al., 2008). Porém, a contribuição genética é apenas responsável em parte pela ocorrência de leite com má coagulação ou leites com não coagulação, verificou-se que a ocorrência destes leites está associada a vacas em lactação avançada ou até mesmo fim de lactação e, também, a vacas com mastites (Okigbo et al., 1985; Ikonen et al., 2004).

Percebeu-se que os conteúdos totais de proteína, ureia e citrato influenciam a coagulação do leite, sendo que leites com maiores níveis de proteína total e menores níveis de ureia e citrato possuem melhores propriedades de coagulação (Frederiksen et al., 2011). Segundo os mesmos autores, quanto menor o teor de ° caseína do leite e quanto maior o diâmetro da micela de caseína, piores serão as propriedades coagulantes desses leites.

Portanto a conexão que existe entre o tamanho da micela de caseína e as propriedades de coagulação é que, leites com micelas de caseína de menores dimensões proporcionam agregações de forma mais rápida formando uma coalhada mais firme do que leites com micelas de caseína de maiores dimensões (Glantz et al., 2010).

As propriedades de coagulação do leite são influenciadas por uma grande variedade de fatores: depende do instrumento utilizado e da sua configuração (temperatura de operação, quantidade e forma da enzima adicionada ao leite), a repetibilidade e reprodutibilidade da técnica, o pré-tratamento das amostras do leite (uso de conservantes, condições de armazenamento, ajuste de pH, adição de cálcio) e, por último, a qualidade do leite (composição química, propriedades físicas e microbianas). As fontes de variação podem ainda ser divididas em 2 sub-categorias: genética (espécie, raça, principais genes) e ambiente (clima, estação do ano, alimentação, manejo da exploração e sistema de produção) (Bittante et al., 2012).

Em relação à espécie animal, observou-se que leites de pequenos ruminantes coagulam mais depressa do que leites de bovinos (Bittante et al., 2012).

Existem poucos estudos realizados com vacas da raça Holstein Frísia sobre a influência da homozigotia do genótipo BB para a ° caseína porque

a ocorrência deste genótipo é extremamente reduzida em animais desta raça (Bittante et al., 2012).

O efeito do genótipo influencia as propriedades da coagulação do leite, uma vez que influencia a quantidade e a proporção de proteínas no leite que, por sua vez, influenciará a coagulação do leite. Percebeu-se que aquando da ocorrência do alelo B os resultados estudados ao que à coagulação do leite diz respeito, tendem a ser mais positivos (Bittante et al., 2012). As variantes genéticas também influenciam as dimensões das micelas de caseína (McMahon and Brown, 1984; Lodes et al., 1996).

A influência das diferentes raças nas propriedades de coagulação do leite são difíceis de demonstrar porque existe variação na frequência das possíveis formas alélicas das proteínas do leite (Bittante et al., 2012). Basicamente as variantes genéticas e os teores de proteínas lácteas influenciam, pelo menos em parte, as propriedades coagulativas do leite, e estas por sua vez variam dependentemente das raças em questão.

Os genes responsáveis pela codificação das proteínas do leite podem também ser úteis enquanto marcadores. Num estudo realizado em 2008 por Tyrisevã e outros, sobre vacas Ayrshire finlandesa, procedeu-se à digitalização em grande escala de agrupamentos de DNA para identificação de regiões genómicas associadas a leites com propriedades consideradas não coagulativas.

Num estudo presidido por Glantz e outros autores em 2011 mostrou-se que os genes codificadores da leptina, bem como, do receptor da leptina são responsáveis por codificarem proteínas importantes para o fabrico de queijo.

A importância do pH em termos de coagulação e endurecimento da coalhada tem sido estudada e documentada ao longo das décadas (Kowalchyk e Olson, 1977; Okigbo et al., 1985; Calvo e Balcones, 2000; Bencini, 2002; Nájera et al., 2003).

Estudos mostram que uma maior concentração de cálcio e um menor pH contribuem para uma maior resistência do gel aquando da produção de queijo (Glantz et al., 2010).

Apesar de serem necessários mais estudos sobre o efeito das variações de genes, os resultados já obtidos sugerem que a variação na frequência do alelo a vários loci exerce de facto alguns efeitos nas propriedades coagulativas do leite, portanto espera-se que surjam associações entre polimorfismos destes genes através de seleções, por forma a melhorar as qualidades do leite, bem como, dos queijos (Bittante et al., 2012).

A primeira estimativa de heritabilidade de propriedades de coagulação do leite foi efetuada em 1984 por Lindstrøm e outros.

O estado de lactação é um importante fator na qualidade coagulativa do leite, sendo que tende a ser melhor no início da lactação, piorando a meio e recuperando no fim (Cipolat- Gotet et al., 2012).

Amostras de leite que não coagulam em 30 minutos são habituais, principalmente em leite de vacas Holstein e raças do Norte da Europa. Porque estas raças tendem a ter maior quantidade de leite não coagulante, uma maior quantidade de coalho permite uma redução das amostras não coagulantes (quanto mais coalho menos leite não coagulante). A acidez do leite também influencia os resultados de leites não coagulantes (menor pH menos leite não coagulante (Bittante et al., 2012).

MÉTODOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Este trabalho apesar de ser maioritariamente uma revisão bibliográfica, também contou com uma parte prática, em que se analisou os dados de contraste leiteiro de uma exploração, no ano de 2007 e no ano de 2012, tendo em conta que em 2007 cerca de 90% da exploração era constituída por animais da raça Holstein e no ano de 2012 em que a exploração continha cerca de 90% de animais da raça Jersey.

Procedeu-se então, à análise onde se comparou teores butirosos, teores proteicos, sólidos úteis (Gordura e Proteína) e a razão entre o teor butiroso e o teor proteico nos dois anos referidos, para isso, utilizaram-se dados disponibilizados pelo SERCLAT. Percebeu-se que para todos os parâmetros se obteve valores superiores no ano de 2012, em que a maior parte da exploração era composta por Jersey's, como é possível verificar no gráfico 1, abaixo apresentado.

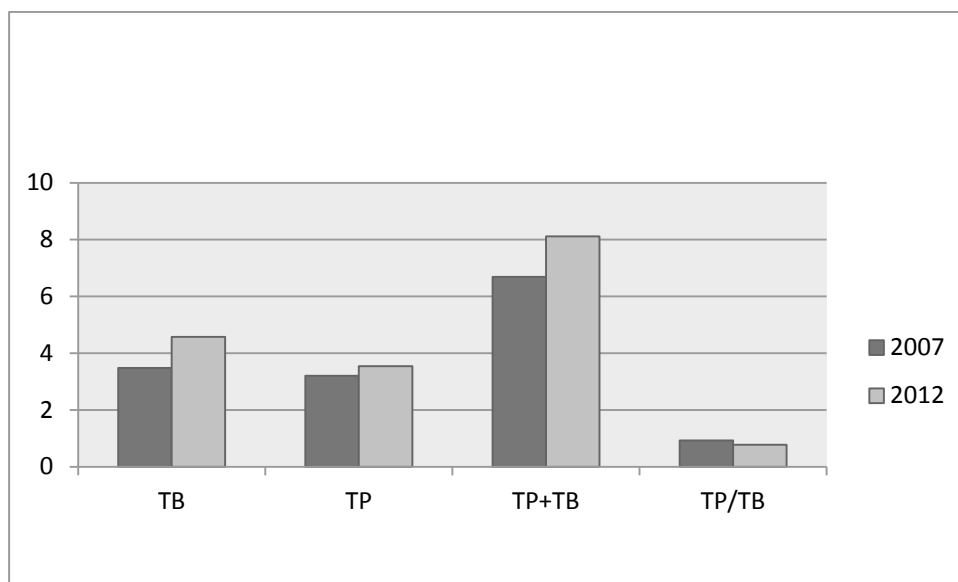


Gráfico 2 – Comparação de Sólidos do Leite 2007 vs 2012.

No gráfico 2, abaixo apresentado, utilizou-se dados de contraste leiteiro para fazer uma análise comparativa de valores de gordura, proteína, sólidos uteis e razão entre gordura e proteína tendo em conta os animais Holstein, os cruzados e os Jersey. Mais uma vez, os resultados mostraram que animais Jersey, possuem maiores níveis para todos os fatores.

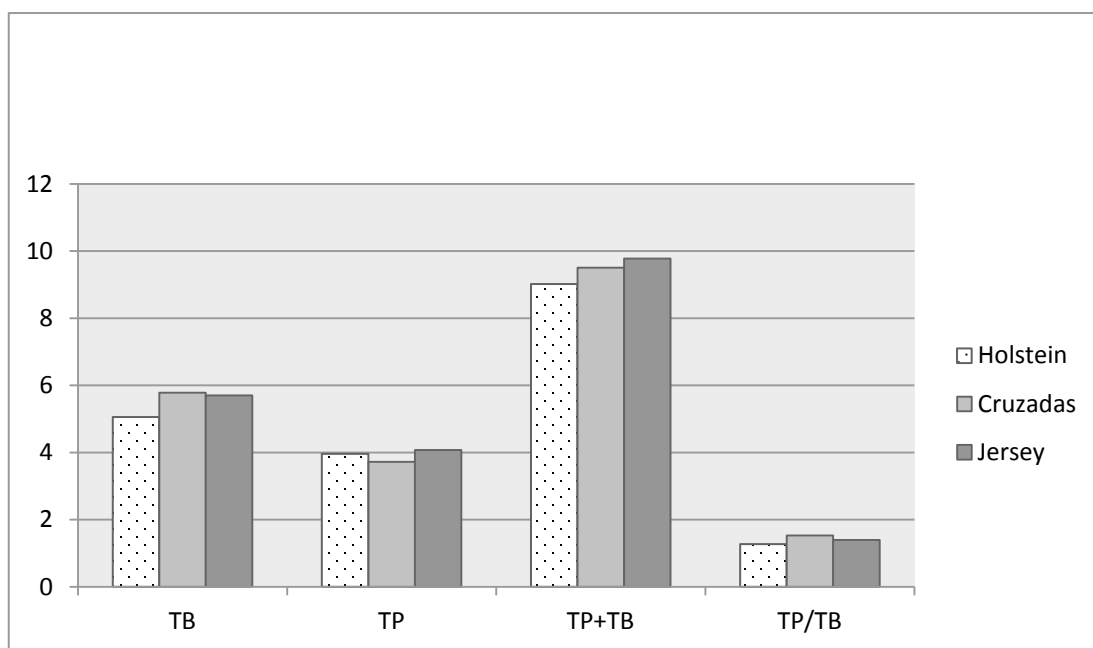


Gráfico 2 – Comparação de Sólidos de Leite em 3 Raças diferentes.

Por último utilizaram-se dados cedidos pela exploração, relativos à produção de leite (litros) e de queijo (quilos) e comparou-se os rendimentos queijeiros para três tipos de queijo diferentes nos anos de 2007 e 2012, como se verifica no Gráfico 3, abaixo apresentado. Percebeu-se que para todos os tipos de queijo os rendimentos foram inferiores em 2007, quando a maioria da exploração era composta por animais da raça Holstein.

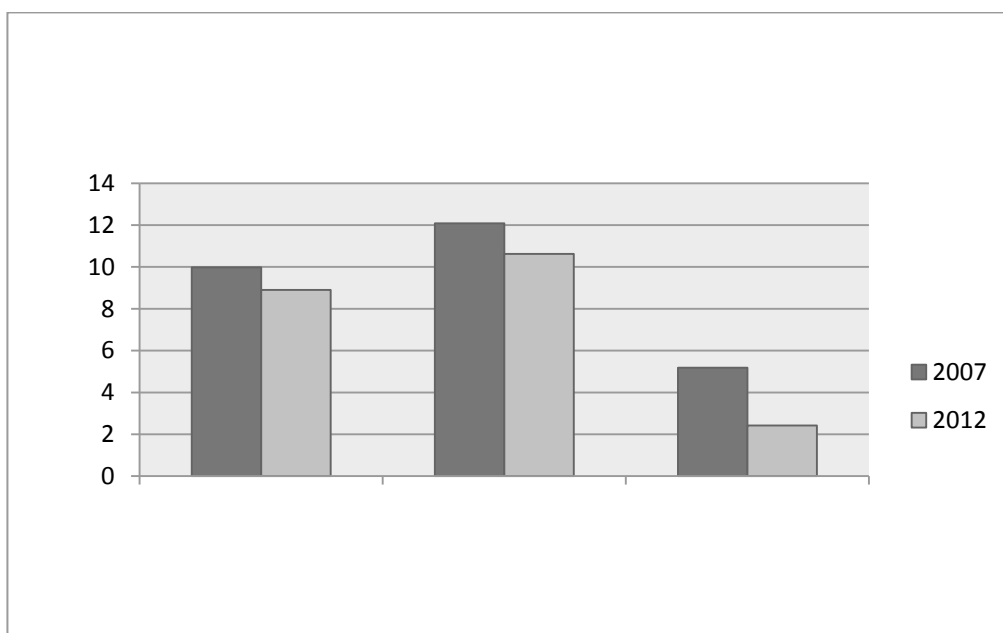


Gráfico 3 – Rendimento Comparativo de vários tipos de queijo 2007 vs 2012.

Portanto, tendo em conta todas as comparações efetuadas comprova-se que animais da raça Jersey possuem maiores valores de sólidos no leite e como tal possuem leites com maior rendimento queijeiro do que animais da raça Holstein.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho pode-se concluir, mais uma vez, que a bibliografia existente é correta, pois animais com maior percentagem de ocorrência de genótipo BB para a ° caseína, são animais com leites que produzem mais queijo (Jersey).

Percebeu-se, também, que animais com maiores quantidades de sólidos no leite, apesar de produzirem menos quantidade de leite (litros), conseguem produzir mais quilos de queijo por litro de leite.

Compreendeu-se que fatores como a sazonalidade, a fase de lactação, o estado sanitário

BIBLIOGRAFIA

- Alais, C. 1965. *Industr. Lait.* 218:90-93.
- Alais, C. 1974. *Science du Lait.* SEP. Paris.
- Aleandri, R., Schneider, J. C., Buttazzoni, L. G. 1989. Evaluation of milk for cheese production based on milk characteristics and Formagraph measures. *J. Dairy Sci.* 72, 1967-1975.
- Aleandri, R., Buttazzoni, L. G., Schneider, J. C., Caroli, A., Davoli, R. 1990. The effects of milk protein polymorphisms on milk components and cheese-producing ability. *J. Dairy Sci.* 73, 241-255.
- Alipanah, M., Kalashnikova, L. A. 2007. Influence of κ -Casein genetic variant on cheese making ability. *J. Anim. Vet. Adv.* 6 (7), 855-857.
- Amiot, J. 1991. *Ciencia e Tecnologia de la leche.* Versão espanhola por Rosa Oria Almudí. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, Espanha.
- Adrian, J. 1973. *Les vitamines. Valeur alimentaire du lait.* Ed. La Maison Rustique. Paris.
- Aschaffenburg, R., Drewry, D. 1957. Genetics of the κ -lactoglobulins of cows' milk. *Nature* 180:376 378.
- Auldist, M. J., Coats, S., Sutherland, B. J., Mayes, J. J., McDowell, G. H. 1996. Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and quality of Cheddar cheese. *J. Dairy Res.* 63, 269-280.
- Aylward, E. B; O'Leary, J; Langlois, B. E. 1980. Effect of milk storage on cottage cheese yield. *J. Dairy Sci.* 63: 1819-1825.
- Banks, J. M., Banks, W., Muir, D. D., Wilson, A. G. 1981. Cheese yield: composition does matter. *Dairy Ind. Int.* 46 (5), 15, 17, 19, 21-22.

Banks, J. M., Clapperton, J. L., Muir, D. D., Girdler, A. K. 1986. The influence of diet and breed of cow on the efficiency of conversion of milk constituents to curd in cheese manufacture. *J Sci Food Agric.* 37: 461-468.

Banks, J. M; Tamime, A. Y. 1987. Seasonal trends in the efficiency of recovery of milk fat and casein in cheese manufacture. *J. Soc. Dairy Techn.* 40: 64-66.

Barbano, D. M., Sherbon, J. W. 1984. Cheddar cheese yields. *New York.* 67: 1873-1883.

Barbano, D. M., Rasmussen, R. R., Lynch, J. M. 1991. Influence of milk somatic cell count and milk age on cheese yield. *J. Dairy Sci.* 74, 369-388.

Bencini, R; Pulina, G. 1997. The quality of sheep milk: a review. *Augt. J. Exp. Agric. Vol. XXXVII.* p.p: 485-504.

Bencini, R. 2002. Factors affecting the clotting properties of sheep milk. *J. Sci. Food Agric.* 82:705–719.

Bittante, G., Penasa, M., Cecchiano, A. 2012. Genetics and modeling of milk coagulation properties. *J. Dairy Sci.* 95: 6843- 6870.

Briggs, H. M. 1971. *Razas Modernas de Animales Domesticos.* Editorial Acribia. Zaragoza, Espanha. 13: 244-263.

Boettcher, P. J., Caroli, A., Stella, A., Chessa, S., Budelli, E., Canavesi, F., Ghiroldi, S., Pagnacco, G. 2004. Effects of casein haplotypes on production traits in Italian Holstein and Brown cattle. *J. Dairy Sci.* 87:4311 4317.

Brule, G., Lenoir, J. 1987. A coagulação do leite. In: ECK, A. (coord.) (1987) *O queijo.* Coleção Euro-Agro. Publicações Europa América. 1:31-53

Brunner, J. 1981. Cow Milk Proteins: Twenty Five Years of Progress. *J. Dairy Sci.* 64, 1038-1054.

Buchberger, J., Dovc, P. 2000. Lactoprotein genetic variants in cattle and cheese making ability. *Food Techn. Biotech.* 38, 91-98.

Bynum, D. G; Olson, N. F. 1982. Influence of curd firmness at cutting on Cheddar cheese yield and recovery of milk constituents. *J. Dairy Sci.* 65: 2281-2290.

Cabral, A. 1994. Aspectos Legais e Práticos em Portugal. *A Vaca Leiteira*. 7 (48/49): 20-24.

Calvo, M. M., Balcones, E. 2000. Some factors influencing the syneresis of bovine, ovine and caprine milks. *J. Dairy Sci.* 83:1733– 1739.

Cantarinho, D. 1990. A Qualidade do Leite em Portugal. *A Vaca Leiteira*. 3 (29): 22-36.

Caroli, A. M., Chessa, S., Erhardt, G. J. 2009. Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. *J. Dairy Sci.* 92:5335–5352.

Causeret, J. 1971. La valeur vitaminique des laits animaux. *Ann. Nutr. Aliment.* 25: 313.

Chapman, H. R., Sharpe, M. E. 1987. Microbiologia del queso. Robinson R. K. *Microbiologia Lactologica: Microbiología de los productos lácteos*. Editorial Acribia, S.A. Vol. II (5). Zaragoza. Espanha.

Cimiano, P. C., Alvarez, J. A. G. 1986. *La Caidad de la Leche y los Factores que Influen en ella*. Editado por Industrias lácteas Españolas. Madrid.

Cipolat-Gotet, C., A. Cecchinato, M. De Marchi, M. Penasa, and G. Bittante. 2012. Comparison between mechanical and near-infrared methods for assessing coagulation properties of bovine milk. *J. Dairy Sci.* 95:6806–6819. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012- 5551>.

Cogan, T. Guinee (Editors). *Cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology*. General Aspects. Elsevier, London. No. 1, 1: 71-104.

Colin, O., Laurent, F. (1991). Qualité du lait et transformation fromagère. Colloque “Proteines et rendements en Industries Laitières”, ENSAIA - Nancy.

Costa, S. N. T. 1999. Contribuição para o estudo da qualidade do leite nas cooperativas associadas à união de cooperativas da ilha de São Jorge. Relatório de estágio. Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo. Portugal.

Creamer, L. K., Harris, D. P. 1997 Relationship between milk protein polymorphism and physico-chemical properties. *IDF Seminar. Milk Polymorphism*, Palmerston North, New Zealand. 110-123.

Custer, E.W. 1979. The effect of milk composition on the yield and quality of cheese. II. The effects of breeds. *J. Dairy Sci.* 62(suppl.1): 48-49.

Dalgleish, D. G. 1980. *J.Dairy Res.* 47: 231-235.

Dalgleish, D. G. 1993. Bovine milk protein properties and the manufacturing quality of milk. *Livest. Prod. Sci.* 35:75-93.

Dalgleish, D. G. 1999. The Enzymatic Coagulation of Milk. in: *FOX, P.F. (ed.) Cheese: chemistry, physics and microbiology*. General aspects .2^a edição. Chapman & Hall, London, Reino Unido. 1: 69-100.

Darling, D. F., Dickson, J. 1979. *Journal of Dairy Research*. Cit. por Brule *et al.*, (1987).

Dejmek, P., Walstra, P. 2004. The syneresis of rennet-coagulated curd. *P.F. Fox*.

Dilanjan, S.C. 1970. *Fundamentos de la Elaboración del Queso*. Editorial Acribia. Zaragoza. Espanha.

Di Stasio, L., Mariani, P. 2000. The role of protein polymorphism in the genetic improvement of milk production. *Zoot. Nutr. Anim.* 26:69–90.

Ekstrand, B., M. Larsson-Raznikiewicz, and C. Perlmann. 1980. Casein micelle size and composition related to the enzymatic coagulation process. *Biochim. Biophys. Acta* 630:361-366

Emmons, D. B. 1993. Economic importance of cheese yield. Factors affecting the yield of cheese. Ed. D.B. Emmons. Inter. Dairy Fed. Brussels. 10-11.

Emmons, D. B. 1993. Factors affecting the yield of cheese. Inter. Dairy Fed. 8. Brussels.

Emmons, D. B. 1993. Definition and expression of cheese yield. Factors affecting the yield of cheese. Ed. D.B. Emmons. Inter. Dairy Fed. Brussels. 12-20.

Favier, J. C. 1985. Elementos de composição de leite. Luquet F. M. O leite: A Qualidade na Indústria dos Lactínios. Coleção Euro-Agro. Publicações Europa América. Vol 4: 231-365.

Fenelon, M. A., Guinee, T. P. 1999. The effect of milk fat on Cheddar cheese yield and its prediction, using modifications of the Van Slyke cheese yield formula. J. Dairy Sci. 82: 2287-2299.

FitzGerald, R. J., 1998. Genetic Variants of Milk Proteins - Relevance to Milk Composition and Cheese. End Project Report. DPRC N.19. Moorepark. Disponível no site: <http://www.teagasc.ie/research/reports/dairyproduction/4245/eopr-4245.pdf>. Acesso no dia 9/10/2012.

Foltmann, B. 1971. The Biochemistry of Prorennin (prochymosin) and rennin (chymosin). In Milk Proteins, Mc Kenzie M. A. Ed. Academic Press New York. 2: 217-254.

Formaggioni P., A, Summer., M, Malacarne., Mariani, P. 1999. Milk protein polymorphism: Detection and diffusion of the genetic variants in *Bos* genus. Ann. Fac. Med. Vet. Un. Parma. XIX: 127 165

Formaggioni, P., Summer, A., Franceschi, P., Malacarne, M., Mariani, P. 2008. *La resa in formaggio: fattori di variazione e Formule di previsione. Una rassegna riferita in Particolare ai formaggi tipo grana.* Ann. Fac. Medic. Vet. di Parma. 28: 211-232.

- Fox, P. F. 1981. Proteinases in dairy technology. *Neth. Milk Dairy J.* 35: 232-253.
- Fox, P. F., Singh, T. K, McSweeney, P. L. H. 1994. *Proteolysis in cheese during ripening*. In: Varley J, Andrews AT, editors. *Biochemistry of milk products*. Cambridge, U.K.: Royal Society of Chemistry. 1-31.
- Fox, P. F., McSweeney, P., Cogan, T., Guinee, T. 2004. *Cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology*. 3rd Edition. Elsevier. London.
- Frederiksen, P. D., Andersen, K. K., Hammershoj, M., Poulsen, H. D., Sorensen, J., Bakman, M., Qvist, K. B., Larsen, L. B. 2011. Composition and effect of blending of noncoagulating, poorly coagulating, and well-coagulating bovine milk from individual Danish Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 94 :4787–4799.
- Garnier, J., Mocquot, G., Ribeau., Dumas, B., Maubois, J. L. 1968. *Annales de Nutrition Alimentaire..* Cit. por Brule *et al.*, (1987). 22 (2), B 495-552.
- Gilles, J., Lawrence R. C. 1985. The yield of cheese. *J. Dairy Sci Technol.* New Zealand. 20: 205-214.
- Glantz, M., T. G. Devold, G. E. Vegarud, H. L. Mansson, H. Stalhammar, and M. Paulsson. 2010. Importance of casein micelle size and milk composition for milk gelation. *J. Dairy Sci.* 93:1444 1451.
- Glantz, M., H. Lindmark Månsson, H. Stålhammar, and M. Paulsson. 2011. Effect of polymorphisms in the leptin, leptin receptor, and acyl-coenzyme A:diacylglycerol acyltransferase 1 (DGAT1) genes and genetic polymorphism of milk proteins on cheese characteristics. *J. Dairy Sci.* 94:3295–3304.
- Got, R. 1971. Les Enzymes du Lait. *Ann. Nutr. Alim.* 25: 291-311.
- Goursaud, J., Quinque, B. 1980. *Evolution des Taux Butyreux et Protéique du Lait en Région Nord, et ses Conséquences Techonologiques*. Bull. CECOPA. 8: 13-16.

Goursaud, J. 1985. O Leite de Vaca in *O Leite: Do Úbere à Fábrica de Lacticínios*. Vol 1. Colecção Euro-Agro. Publicações Europa América.

Grandison, A. 1986. Causes of variation in milk composition and their effects on coagulation and cheesemaking. *Dairy Ind. Int.* 51 (3), 21: 23-24.

Guimarães, J., Moreira, J., Moreno, D. 2011. Haverá Agricultura para lá de 2013?. *Revista Técnico-científica Agrícola*. Portugal.

Guinee, T. P., O'Brien, B., Mulholland E. O. 2007. The suitability of milk from a spring-calved dairy herd during the transition from normal to very late lactation for the manufacture of low moisture Mozzarella cheese. *Int. Dairy J.* 17: 133-142.

Guinee, T. P., Mulholland, E. O., Kelly, J., Callaghan, D. J. O. 2007. Effect of protein-to-fat ratio of milk on the composition, manufacturing efficiency, and yield of Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 90: 110-123.

Hallen, E., A. Wedholm, A. Andren, and A. Lunden. 2008. Effect of beta-casein, kappa-casein and beta-lactoglobulin genotypes on concentration of milk protein variants. *J. Anim. Breed. Genet.* 125:119-129.

Hanzen, C. 1996. Pathologie Infectieuse de la Glande Mammaire de la Vache. *Aspects Individuels et d'élevage*. Université de Liège. pp:134.

Hartman, A. M., Dryden, L. P. 1965. The vitamins in milk and milk products. Webb, B. H., Johnson, A. H. *Fundamentals of Dairy Chemistry*. AVI Publishing Co. Westport. USA.

Holt, C. and Horne, D.S. 1996. The hairy casein micelle: Evolution of the concept and its implications for dairy technology. *Neth. Milk Dairy J.*, 50: 85-111

Horne, D.S. 1998. Casein interactions: casting light on the black boxes, the structure in dairy products. *Int. Dairy J.*, 8: 171-177.

Ikonen, T., S. Morri, A. M. Tyriseva, O. Ruottinen, and M. Ojala. 2004. Genetic and phenotypic correlations between milk coagulation properties, milk production traits, somatic cell count, casein content, and pH of milk. *J. Dairy Sci.* 87:458-467.

Kerjean, J. R. 1984. Conséquences fromagères des variations de composition du lait: qualité chimique du lait de fromagerie. Colloque INRA-ENSAR-INAPG "La composition chimique du lait et ses incidences technologiques". Rennes. France. 1-1.

Kon, S. K. 1962. *The nutritional physiological value of milk and dairy products*. XVI International Dairy Congress. Munich.

Kosikowski, F. V. 1977. Cheese and fermented milk foods. Edwards Brothers Ann Arbor MI.

Kowalchyk, A. W., and N. F. Olson. 1977. Effect of temperature on the secondary phase of milk clotting by rennet. *J. Dairy Sci.* 60:1256-1259.

Kuzdzal, S. 1979. *Les Lipides du Lait*, CNRZ. Jouy-en-Josas. 74.

Kuzdzal, S., Manson, W., Moore, J. 1980. *The Constituents of Cows' Milk*. FIL ed. 4-13. Bruxelles.

Lacroixet, C., Verret, P., Emmons, D. B. 1993. Design of experiments and statistical treatment of yield data *In: Monograph on factors affecting the yield of cheese*. Inter. Dairy Feder. Brussels. 128-150.

Lawrence, R. C. 1988. Les facteurs du rendement fromager des laits. *Revue Laitière Française*, 478: 85-91.

Lawrence, R. C. 1993. Cheese yield potential of milk. *in: Factors affecting the yield of cheese*. Ed. D.B. Emmons. Inter. Dairy Feder. Brussels. 109-120.

Lawrence, R.C. (1993). Processing conditions. *in: Factors affecting the yield of cheese*. Ed. D.B. Emmons. Inter. Dairy Feder. Brussels, 64-78.

Lawrence, R. C. 1993. Relationship between milk protein genotypes and cheese yield capacity. *In: Factors affecting the yield of cheese*. Ed. D.B. Emmons. Inter. Dairy Feder. Brussels. 121-127.

Lelievre, J., Freese, O. J., Gilles, J. 1983. Prediction of Cheddar cheese yield. *J. Dairy Sci Technol. New Zealand*. 18: 169-172.

Lodes, A., I. Krause, J. Buchberger, J. Aumann, and H. Kloster-Meyer. 1996. The influence of genetic variants of milk proteins on the compositional and technological properties of milk. 1. Casein micelle size and the content of non-glycosylated κ -casein. *Milchwissenschaft* 51:368–373.

Losi, G., Castagnetti, G. B., Grazia, L., Zambonetti, C., Mariani, P., Russo, V. 1973. Influenza delle varianti genetiche della caseina sulla formazione e sulle caratteristiche della cagliata. *Sci. Tech. Alim.* 3: 373-374.

Lou, Y., Ng-Kwai-Hang K. F. 1992. Effects of protein and fat levels in milk on cheese and whey composition. *Food Research Int.* 25: 445-451.

Lucey, J., Kelly, J. 1994. Cheese yield. *J. Soc Dairy Technol.* 47(1): 1-14.

Luquet, F. M. 1985. *O Leite: A Qualidade na Industria dos Lacticínios*. Coleção Euro- Agro. Publicações Europa América. Vol. 4.

Mariani, P., Losi, G., Russo, V., Castagnetti, G. B., Grazia, L., Morini, D., Fossa, E. 1976. Prove di caseificazione con latte caratterizzato dalle varianti A e B delle κ -caseina nella produzione del formaggio Parmigiano-Reggiano. *Sci. Tecn. Latt. Cas.* 27:208-227.

Mariani, P., Serventi, P., Fossa, E. 1997. *Contenuto di Caseina, Varianti Genetiche ed Attitudine Tecnologico-Casearia del Latte delle Vacche di Razza Bruna nella Produzione del Formaggio Grana*. Allegato alla rivista “la razza bruna italiana” n.2. Italia.

Marziali, A. S., Ng-Kwai-Hang, K. F. 1986. Relationships between milk protein polymorphisms and cheese yielding capacity. J. Dairy Sci. 69: 1193-1201.

Martin, P., M. Szymanowska, L. Zwierzchowski, and C. Leroux. 2002. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. Reprod. Nutr. Dev. 42:433-459.

Matos, J. E., Baron, E., Silveira, M. G. Martins, A. P. L., Machado, A. 2009. *Effects of k-casein genotypes on yield and the quality of cheese produced from milk of F1 Jersey × Holstein cows grazing permanent pasture in the Azores- preliminary results*. Portugal

Maubois, J. L. 1987. A coagulação do leite. In: ECK, A. (coord.) (1987) *O queijo*. Coleção Euro-Agro. Publicações Europa América. Vol. 1: 218-228.

Maubois, J. L., Mocquot, G. 1971. Le Lait, 507: 416-420.

Maubois, J. L., Ricordeau, G., Mocquot, G. 1970. Le lait, 497: 351-373.

McMahon, D.J., and McManus, W.R. 1998. Rethinking casein micelle structure using electron microscopy. J. Dairy Sci., 81: 2985-2993.

McMahon, D. J., and R. J. Brown. 1984. Enzymatic coagulation of casein micelles: A review. J. Dairy Sci. 67:919–929.

McMahon, D. J., G. H. Richardson, and R. J. Brown. 1984. Enzymic milk coagulation: Role of equations involving coagulation time and curd firmness in describing coagulation. J. Dairy Sci. 67:1185–1193.

Medrano, F. J., Alison, L., Van Eenennaam. 1991. *Differences in Allelic Protein Expression in the Milk of Heterozygous IC-Casein Cows*. Department of Animal Science, University of California. EUA.

Mercier, J. C., Brignon, G., Ribadeau-Dumas, B. 1973. Structure primaire de la caseine -bovine B. Sequence complete. Eur. J. Biochem. 35:222-235.

Mona, A. M. A., Nawal, S. A. 2011. Cheese yield as affected by some parameters. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. Giza. Egypt. 10(2): 131-153.

Mullan, W. M. A. 2006. Determination of theoretical yield and process efficiency for Cottage Cheese. [On-line]. Available from: <http://www.dairyscience.info/index.php/cheese-yield/140-cottage-cheese.html> . Accessed: 13 March, 2013.

Nájera, A. I., M. de Renobales, and L. I. R. Barron. 2003. Effects of pH, temperature, CaCl₂ and enzyme concentrations on the rennetclotting properties of milk: A multifactorial study. Food Chem. 80:345–352.

Ng-Kwai-Hang, K. F. 2006. Genetic variants of milk proteins and their effects on the yield and quality of cheese. Nutr. Natur. Res. 1, 56:1-7.

Noel, Y. 1987. *O Queijo*. Editor Eck, André. Publicações Europa-América. Vol. I.

Okigbo, L. M., G. H. Richardson, R. J. Brown, and C. A. Ernstrom. 1985. Coagulation properties of abnormal and normal milk from individual cow quarters. J. Dairy Sci. 68:1893-1896.

Okigbo, L. M., G. H. Richardson, R. J. Brown, and C. A. Ernstrom. 1985. Variation in coagulation properties of milk from individual cows. J. Dairy Sci. 68:822-828.

Othmane, M. H; De La Fuente, L. F; Carriedo, J. A; San Primitivo, F. 2002. Heritability and genetic correlations of test day milk yield and composition, individual laboratory cheese yield, and somatic cell count for dairy ewes. J. Dairy Sci. 85: 262-269.

Ozimek, L; Kennelly, J. 1993. The effect of seasonal and regional variation in milk composition on potential cheese yield. In: Cheese yield and factors affecting its control. IDF Seminar. Cork (Ireland). pp: 95-100.

Paccalin, J., Galantier, M. 1985. Valor Nutritivo do Leite e dos Produtos Lácteos in *O Leite: A Qualidade na Indústria dos Lacticínios*. Coleção Euro-Agro. Publicações Europa América. Vol 4.

Paolo, F., Andrea, S., Piero, F., Massimo, M., Primo, M. 2008. Cheese yield: Factors of variation and predictive formulas. A review focused particularly on grana type cheeses. Ann. Fac. Med. Vet. Parma. 28: 211-232.

Phadungath, C. 2005. Casein micelle structure: a concise review. Songklanakarian J. Sci technol. 27 (1): 201-212.

Piat, Ch. 1985. Por uma Estratégia de Qualidade na Indústria dos Lacticínios. Os Princípios de Gestão da Qualidade in *O Leite: A Qualidade na Indústria dos Lacticínios*. Coleção Euro-Agro. Publicações Europa América. Vol 4.

Porter, J. 1980. *The Role of Milk and Milk Constituents in the Human Diet*. FIL. Bruxelas. ed. 14-21.

Ribadeau-Dumas, B. 1981. Actualités dans le Domaine de la Connaissance de la Structure et des Propriétés Biochimiques des Protéines Laitière. Revista *Lait*. França. 400: 17-32.

Ricordeau, G., Moucquot, G. 1967. Ann zootech. 16 (2): 165-185.

Rollema, H.S. 1992. Casein association and micelle formation, In Advanced Dairy Chemistry, Vol. 1: Proteins (ed. P.F. Fox), Elsevier Science Publisher, Ltd., Essex, pp. 111-140.

Rose, D. 1969. Dairy Sci Abstr. 31:171-175.

Sá, F. V. 1975. *O Leite e os seus produtos*. Coleção Técnica Agrária. Livraria Clássica Editora. 3ª ed. Lisboa. Portugal.

- Sale, P. 1980. Bull. Techn. C.R.V.Z. Theix-INRA. 40:19-26.
- Sapru, A; Barbano, D. M; Yun, J. J; Klei, L; Oltenacu, P. A; Bandler, D. K. 1997. Cheddar cheese: influence of milking frequency and stage of lactation on composition and yield. J. Dairy Sci. 80: 437-446.
- Sherbon, J. W., Ledford, R. A., Regenstein, J. 1967. Variants of milk proteins and their possible relation to milk properties. J. Dairy Sci. 50: 951.
- Silva, V. Z. M. M. T. 2004. *Estudo do efeito da concentração caseínica na aptidão do leite para a coagulação enzimática*. Relatório do trabalho de final de curso. Universidade técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. Portugal.
- Skeie, S. 2007. *Characteristics in milk influencing the cheese yield and cheese quality*. Department of Chemistry, Biotechnology and Food Science, Norwegian University of Life Sciences. P.O. Box. Norway. 5003, N-1432 As.
- Storry, J. E., Ford, G. D. 1982. J. Dairy. Res. 49: 469-477.
- Swaigood, H.E. 1992. Chemistry of caseins, In Advanced Dairy Chemistry, Vol. 1: Proteins (ed. P.F. Fox), Elsevier Science Publisher, Ltd., Essex, pp. 63-110.
- Tanaka, T. 1981. Pour la Science. 41: 62-78.
- Tyrisevä, A.-M., K. Elo, A. Kuusipuro, V. Vilva, I. Jänönen, H. Karjalainen, T. Ikonen, and M. Ojala. 2008. Chromosomal regions underlying non-coagulation of milk in Finnish Ayrshire cows. Genetics 180:1211–1220.
- Walsh, C. D., Guinée, T. P., Harrington, D., Mehra, R., Murphy, J., Fitzgerald, R. J. 1998. Cheesemaking, compositional and functional characteristics of low-moisture part-skim Mozzarella cheese from bovine milks containing k-casein AA, AB or BB genetic variants. J. Dairy Res. 65: 307-315.

Walstra, P. 1993. The syneresis of curd, in: Fox P.F. (Ed.), Chapman et Hall, Cheese: chemistry, physics and microbiology, 2–6 Boundary Row, London SE1 8 HN, UK, pp: 141–191.

Walstra, P.; Geurts, T. J.; Noomen, A.; Jellema, A.; Van Boekel, J. S. 1999. *Dairy Technology. Principles of milk properties and processes*. Marcel Dekker, Inc .New York. USA. Walstra, P. 1999. Casein sub-micelles: do they exist? *Int. Dairy J.*, 9: 189-192.

Wattiaux, M. A. Composição do leite e seu valor nutricional The Babcock Institute. Disponível no site: http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de_19.pt.pdf. Acesso no dia 9/10/2012.

Weatherup, W; Mullan, W. M. A; Kormos, J. 1988. Effect of storing milk at 3° and 7°C on the quality and yield of Cheddar cheese. *Dairy Ind. Int.* 53 (2): 16-17.

Weber, F. 1987. L'égouttage du coagulum, in: Eck A. (Ed.), *Le fromage, Technique et Documentation*, Lavoisier, Paris, pp: 22–36.

Yardibi, H., Turkay, G., Mengi, A., Kaygisiz, F., Oztabak, K. 2009. Genetic polymorphisms of \pm -lactalbumin and 2 -lactoglobulin in south Anatolian and East Anatolian red Cattle. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 4 (5): 252-257.

Van den Berg, M. G. 1994. The transformation of casein in milk into the paracasein structure of cheese and its relation to non-casein milk components in *IDF, International Dairy Federation*. Brussels. Belgium. s.i. no. 9402: 35-47.

Vanderzant, C., Splittsitoesser, D. F. 1992. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. American Public Health Association.

Vandeweghe, J. 1987. Le rendement en fromage: prédétermination et mesure *In: Le Fromage*. (Coord. A. Eck). Technique et Documentation (Lavoisier). Paris. 467-475.

Van Slyke, L. L. 1894. Investigations relating to the manufacture of cheese. N.Y. Agric. Exp. Stat, Bull. n. 65.

Verdier-Metz, I., Coulon, J. B; Pradel, P. 2001. Relationship between milk fat and protein contents and cheese yield. Anim. Res. 50: 365-371.